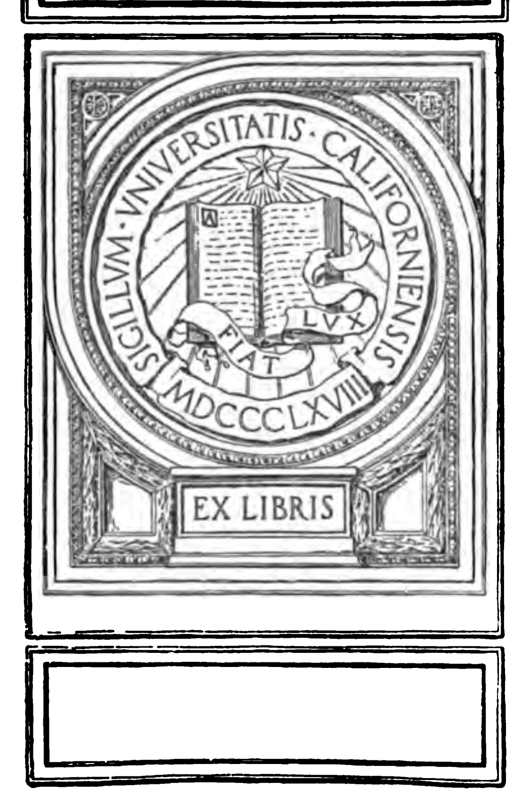

UC-NRLF
B 3 733 937


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

SAINT-DENIS. — IMP. DE CH. LAMBERT, 17, RUE DE PARIS.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR MM.

CHARLES ROBIN

MEMBRE DE L'INSTITUT,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine,

ET

G. POUCHET

Professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle.

DIX-SEPTIÈME ANNÉE

1881

PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille

—

1881

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

CONTRIBUTION

À

L'HISTOIRE DU SPINA BIFIDA

Par MM. F. TOURNEUX et Ern. MARTIN

(PLANCHES I ET II.)

Ayant eu l'occasion unique de pouvoir étudier un embryon humain long de 8 millimètres, dont la moelle épinière avait persisté sous forme de gouttière dans la région lombo-sacrée, nous avons examiné comparativement des embryons plus avancés et des nouveaux-nés atteints de spina bifida avec hydrorachis de cette même région.

Suivant dans notre description l'ordre même de nos recherches, nous diviserons ce travail en trois parties : dans la première, nous décrirons l'embryon humain qui a servi de point de départ à nos études ; nous insisterons tout spécialement sur la structure de la moelle épinière au niveau de son extrémité inférieure étalée, et sur la façon dont elle se continue latéralement avec l'épiderme de l'embryon.

Dans la seconde partie, nous envisagerons le spina bifida avec hydrorachis chez le fœtus à terme ; nous étudierons avec soin la composition des parois de la poche, ainsi que la disposition de la moelle et de ses enveloppes.

Dans la troisième partie, nous essaierons de rattacher l'un

à l'autre, l'arrêt de développement manifeste représenté par la non occlusion de la gouttière médullaire chez notre embryon de 8 millimètres, et la malformation connue sous le nom de spina bifida accompagnée ou non d'hydrorachis; dans ce chapitre enfin, nous présenterons quelques considérations tératologiques.

I. — Description d'un embryon humain long de 8 millimètres avec persistance de la gouttière médullaire dans la région sacrée (1).

L'embryon qui fait l'objet de ce chapitre fut remis à l'un de nous par M. Dujardin-Beaumetz, encore enveloppé de ses membranes. L'œuf mesurait dans ses trois dimensions 11, 17 et 21 millimètres. Il était recouvert de nombreuses villosités choriales (placenta frondosum), sauf toutefois au niveau du dos de l'embryon où sa surface était lisse et polie (fig. 1) (2). L'embryon extrait de ses membranes paraissait normalement constitué dans toute sa partie supérieure, mais à son extrémité inférieure, recourbée sur sa face ventrale, on remarquait deux petits bourrelets longitudinaux séparés par un sillon médian qui se perdait supérieurement dans la profondeur des tissus (fig. 2). M. Dareste, auquel fut soumis l'embryon, détermina une persistance de la gouttière médullaire dans la région sacrée, et il mentionna plus tard cet embryon dans une note adressée à l'Académie des sciences le 15 décembre 1879 sur le mode de formation de la fissure spinale ; quelques jours auparavant, nous avions nous-mêmes communiqué à la Société de biologie l'examen histologique du même embryon, en y ajoutant quelques considérations sur l'évolution du spina bifida (*Note sur un embryon humain de 8 millimètres, avec persistance de*

(1) Il est difficile de déduire de cette longueur l'âge précis de notre embryon. D'après quelques observateurs tels que Coste, Thomson, etc., qui donnent la mesure et l'âge respectif des embryons humains qu'ils décrivent, la longueur d'un embryon à la fin de la 5e semaine serait de 12 à 14 millimètres, en tenant compte de la flexion très prononcée à cette époque et qui ne cesse qu'au début de la 6e semaine : or, notre embryon ayant 8 millimètres, abstraction faite de la courbure, nous sommes portés à penser qu'il était parvenu environ à la fin du 5e septenaire.

(2) Nous ne faisons que signaler en passant cette particularité : nous ne pensons pas qu'il y ait quelque relation entre l'absence de villosités en un point donné des enveloppes fœtales, et l'arrêt de développement du cylindre médullaire à son extrémité inférieure.

la gouttière médullaire dans la région sacrée, 13 décembre 1879).

La description anatomique d'un embryon atteint de fissure spinale (1) doit comprendre, pour être complète, en dehors de la configuration générale et des rapports des différentes parties, l'étude de la structure et de la texture de chacun des tissus sur lesquels porte l'anomalie. Deux points surtout, dans le cas qui nous occupe, doivent attirer notre attention : d'une part la continuité du tissu médullaire avec l'épiderme, et de l'autre la structure intime des éléments nerveux baignés par les eaux de l'amnios. Dans un travail publié en 1875 dans la *Revue scientifique* (2), M. Pouchet s'exprimait ainsi : Il existe une malformation comme sous le nom de *spina bifida*, dans laquelle les deux premières crêtes dorsales parallèles du blastoderme ne se sont pas réunies sur la ligne médiane. Ces deux crêtes sont appelées, en se joignant, à former entre elles le canal central de la moelle. Les cellules qui tapissent celui-ci et dont le développement est d'ailleurs assez bien connu, fait donc à l'origine partie des éléments superficiels de l'embryon ; ils sont en continuité immédiate avec les cellules qui constitueront l'épiderme. Mais c'est seulement plus tard, après que le canal qu'elles tapissent s'est fermé, qu'elles revêtent leurs caractères propres ne permettant de les confondre avec aucune autre espèce d'élément anatomique.

« Il s'agit de rechercher, dans le cas de *spina bifida*, alors que le canal de la moelle est resté béant, ce que deviennent ces cellules, — quand au lieu de tapisser une cavité sans analogue dans l'économie — elles sont demeurées en contact avec les eaux de l'amnios où plonge le reste du corps de l'embryon revêtu de son épithélium. » Nous aurions voulu présenter ici une description détaillée des différents éléments de la moelle, établir les caractères distinctifs déjà accusés à cette époque des cellules superficielles qui formeront chez l'adulte l'épithélium de l'épendyme, et des myélocytes sous-jacents qui, bien que reconnaissant une origine commune, évolueront pour la plupart

(1) Bien qu'il ne s'agisse pas à proprement parler dans notre observation de fissure spinale ou de spina bifida, puisque les corps cartilagineux des vertèbres ne sont pas encore développés, nous continuerons cependant à désigner ainsi, pour plus de commodité, la non occlusion du canal central de la moelle, donnant le nom de la malformation ultime à une phase primitive ou intermédiaire de son évolution.

(2) *La phylogénie cellulaire.*

en cellules nerveuses. Malheureusement l'embryon nous fut remis encore pourvu de ses enveloppes dans un flacon d'alcool, sans que la cavité ammiotique eût été ouverte. On sait d'autre part que l'alcool à 36° est un réactif fixateur peu fidèle pour des éléments aussi délicats que ceux qui composent le tissu médullaire d'un embryon humain long de 8 millimètres.

Au sortir de l'alcool, l'embryon fut plongé pendant vingt-quatre heures dans une solution saturée d'acide picrique, puis durci selon le procédé ordinaire (gomme et alcool), et finalement décomposé en coupes transversales. Toutes ces manipulations n'ont pas été sans modifier sensiblement la surface médullaire. Notre description sera donc forcément incomplète : elle portera successivement sur les différents tissus et organes de l'embryon au niveau de la fissure spinale, en commençant par la moelle épinière.

Moelle épinière. — Pour mieux accuser les modifications du tissu médullaire, nous avons représenté dans la figure 3 une coupe transversale de la moelle dans la région cervicale. Le canal central *a* complètement fermé est limité par sa zone cellulaire normale *b*, dont se détachent les deux cornes antérieures *c* avec leurs racines. Les cornes postérieures ne sont pas encore différenciées; leurs racines très grêles vont se jeter dans les ganglions correspondants *f*. A la périphérie de la moelle, on découvre une mince couche d'une substance finement granuleuse sur les coupes transversales, et fibroïde sur les coupes en long, qui représente l'origine de la substance blanche. Elle paraît résulter uniquement de la juxtaposition de minces fibrilles, avec quelques rares noyaux interposés : sa constitution est du reste identique à celle des nerfs périphériques à la même époque.

Si nous comparons à cette coupe que nous pouvons considérer comme normale, sauf peut-être les dimensions exagérées du canal central, celle qui est représentée dans la figure 4, au niveau de la fissure spinale, nous trouvons une différence fondamentale d'où découleront toutes les modifications des organes voisins : la non fermeture de la gouttière médullaire *a*. Les deux faces latérales de cette gouttière sont restées étalées et ont conservé leurs rapports de continuité avec l'épiderme et même en certains points avec le feuillet moyen sous-

jacent. Le tissu médullaire non emprisonné au sein du feuillet moyen, comme dans le développement normal, a bourgeonné au dehors, formant ainsi deux saillies parallèles dont chacune répond à une moitié latérale de la moelle. Au-dessous de ces saillies nous retrouvons la mince couche de substance fibroïde que nous avons précédemment signalée à la périphérie de la moelle dans la région cervicale.

Le tissu médullaire, ainsi étalé et baigné directement par les eaux de l'amnios, ne diffère pas sensiblement comme structure de ce qu'il est au niveau des régions cervicale ou dorsale de l'embryon. Il se compose presque exclusivement de myélocytes (12 à 15 μ), dont les plus voisins du sillon médullaire, ovoïdes, tassés les uns contre les autres, affectent la disposition radiaire bien connue. A mesure qu'on s'éloigne du fond de ce sillon pour se porter vers les parties latérales, on voit leur forme se modifier légèrement. Ils deviennent sphériques en même temps qu'ils diminuent de nombre, et finalement se continuent sur les limites du tissu médullaire avec les cellules de l'épiderme et les éléments du feuillet moyen.

Sur les fragments qui se présentent comme dissociés dans les préparations, on peut constater qu'au voisinage du sillon médullaire les myélocytes ne sont pas libres au milieu d'une gangue amorphe. Ils sont reliés les uns aux autres par des filaments extraordinairement fins dont la direction est perpendiculaire à la surface de la moelle (fig. 5). Sur les parties latérales de la moelle, ces filaments d'union des myélocytes font absolument défaut.

Continuité de la moelle avec l'épiderme et le feuillet moyen. — C'est dans le fond du cul-de-sac qui limite latéralement les deux saillies médullaires que s'opère la transition entre la couche des myélocytes déjà modifiés et les cellules épidermiques de l'embryon. Cette transition est assez brusque, ainsi que le représente la figure 6, sans zone intermédiaire appréciable. Dès son origine, l'épiderme se montre avec les caractères qu'il revêt à la surface de tout le corps. Il se compose de deux couches cellulaires superposées : une couche profonde formée de petites cellules cubiques, et une couche superficielle à cellules pavimenteuses étalées au-dessus des précédentes.

Au niveau de ce cul-de-sac, le tissu médullaire est de plus

en continuité directe avec le feuillet moyen. Mais ici il n'existe plus comme précédemment de transition marquée. Les éléments de la moelle se mêlent, s'enchevêtrent progressivement avec ceux du feuillet moyen, sans qu'on puisse établir entre ces deux parties de délimitation précise.

Cette double continuité des éléments de la moelle, d'une part, avec les cellules du feuillet externe, et de l'autre, avec celles du feuillet moyen, pourrait être invoquée en faveur de l'opinion qui veut que le système cérébro-spinal ne résulte pas exclusivement d'une involution du feuillet externe dans le feuillet moyen, mais qu'au niveau de cette involution (gouttière médullaire), il se produit un mélange complet entre les éléments de ces deux feuillets, et que ce n'est que plus tard que s'opère la différenciation amenant la délimitation du cylindre médullaire.

Racines antérieures de la moelle. — Les racines antérieures, déjà volumineuses à cette époque, présentent la structure de la couche fibroïde qu'on rencontre au-dessous de la moelle. Elles naissent directement du tissu médullaire, sans qu'on puisse découvrir à leur origine d'amas cellulaires distincts pouvant figurer les cornes antérieures.

Ganglions spinaux. — Les ganglions qui se développent normalement aux dépens des protovertèbres de chaque côté de la moelle, existent également au niveau de la fissure spinale, seulement par suite de la persistance de la gouttière médullaire, leur position, leur forme et même leur structure sont considérablement modifiées. Ils sont situés au-dessous de la nappe médullaire, au voisinage de ses bords latéraux (fig. 4, *f*). Les éléments qui les composent n'offrent plus la disposition en séries parallèles qu'on rencontre dans les ganglions développés normalement. Ils sont comme dissociés, sans forme régulière, sauf à la périphérie où ils constituent une couche assez nette de cellules ovoïdes, dont le grand axe est dirigé vers le centre du ganglion. Aussi, sans les filets nerveux qui émanent manifestement de ces organes, serait-il assez difficile d'y reconnaître à première vue de véritables ganglions nerveux.

II. — Spina bifida avec hydrorachis de la région lombo-sacrée chez le nouveau-né.

Nous n'envisagerons dans ce travail que la fissure spinale de la région lombo-sacrée dans laquelle la tumeur, qui en constitue le signe objectif le plus apparent, est déterminée par l'accumulation du liquide céphalo-rachidien dans les espaces sous-arachnoïdiens (hydrorachis externe). C'est en effet l'une des plus fréquentes et celle que sa disposition générale nous permettra de rapprocher le plus facilement du cas que nous venons de décrire. Sur dix pièces de spina bifida provenant de fœtus à terme et de nouveaux-nés que M. le Dr Hamy a bien voulu mettre à notre disposition, huit s'accompagnaient en effet d'hydrorachis externe et possédaient une structure identique. Dans la neuvième, la moelle épinière était transformée en un canal largement béant et à parois amincies, qui se terminait inférieurement par une ampoule remplie de liquide (hydrorachis interne, hydropisie centrale), accolée à la face interne des parois de la poche. La dernière pièce enfin montrait une tumeur dure, résistante, fibreuse, couverte de longs poils et sans cavité. Comme dans l'hydrorachis externe, cette tumeur était traversée par la moelle épinière et des filets nerveux qui allaient se perdre dans les couches superficielles au voisinage de la peau. Nous laisserons de côté ces deux derniers cas de spina bifida dont l'interprétation s'écarte de celle des précédents, ou du moins reconnaît des arrêts de développement survenus à des époques différentes de celle de notre embryon humain (1). De même la malformation des vertèbres a été suffisamment décrite pour que nous n'ayons pas à y revenir ici. Nous insisterons simplement sur la disposition de la moelle et de ses enveloppes, sur les rapports de ces différentes parties avec les parois de la poche, et enfin sur la structure de ces parois. Notre description s'applique à la totalité des cas de spina bifida avec hydrorachis externe que nous avons observés.

(1) C'est ainsi que dans l'observation 9 le canal médullaire complètement fermé indique que l'arrêt de développement a dû se produire à une époque plus avancée. Cette configuration de la moelle distendue en forme de poche ne se rencontre d'ailleurs que dans des cas exceptionnels (voy. Decourt, Thèse, Paris 1853.)

A. — Enveloppes de la moelle.

Si l'on vient à inciser les parois de la poche, on pénètre dans une cavité de forme et de dimensions variables, remplie d'un liquide transparent que traversent la moelle épinière et quelques nerfs. Ces organes, enveloppés par la pie-mère, sont rattachés aux parois mêmes de la poche par quelques brides filamenteuses ou lamelleuses qui cloisonnent la cavité générale en autant de loges secondaires communiquant toutes ensemble. Si l'on poursuit supérieurement ces cavités aréolaires à une hauteur où l'arc postérieur des vertèbres s'est normalement développé, on observe qu'elles se continuent directement avec les espaces du tissu sous-arachnoïdien. On peut donc les considérer comme des dépendances de ce tissu dont les cavités normales auraient été largement distendues par l'accumulation du liquide céphalo-rachidien. Souvent on ne trouve qu'une poche unique à surface interne lisse et polie, ou encore deux poches latérales séparées par une cloison longitudinale.

Au niveau du bord supérieur de la tumeur, le feuillet viscéral de l'arachnoïde s'accole intimement au feuillet pariétal, pour former avec la dure-mère la lame fibreuse interne. Il n'existe donc pas au niveau de la poche de cavité arachnoïdienne proprement dite, et nous n'avons jamais rencontré d'accumulation de liquide dans une cavité analogue, ainsi que le prétendent quelques auteurs.

B. — Moelle épinière et nerfs rachidiens.

La moelle épinière se dirige obliquement de haut en bas et d'avant en arrière pour aboutir à la paroi même de la poche. Là, elle perfore la lame fibreuse interne, et vient s'étaler inférieurement entre cette membrane et la face profonde de la peau, formant ainsi une sorte de nappe médullaire qui peut donner naissance, comme la moelle proprement dite, à des filets nerveux.

Les racines nerveuses fournies par la moelle dans son trajet au travers de la poche ne présentent jamais la disposition connue sous le nom de queue de cheval. La plupart des auteurs qui, après simple incision de la tumeur, ont signalé dans celle-ci la présence des nerfs de la queue de cheval, ne nous semblent pas

avoir suivi exactement la distribution de ces nerfs. Ils auraient reconnu certainement, par une dissection minutieuse, que quelques-uns de ces nerfs, loin de se terminer dans les parois de la poche, y prennent au contraire naissance dans la moelle étalée, et vont sortir par les trous sacrés, après avoir traversé la lame fibreuse interne ; que d'autres émanés de la moelle remontent quelquefois dans le canal vertébral parallèlement à cet organe, et se dirigent vers les trous de conjugaison correspondants. Le passage suivant que nous empruntons au travail de M. Bevalet (Thèse, Paris 1857), nous semble remarquable par son entière exactitude : « Dans tous ces cas, dit-il, la disposition des nerfs lombaires et sacrés connue sous le nom de queue de cheval n'existe plus; la moelle étant alors plus bas que de coutume dans le canal rachidien, ces nerfs au lieu de descendre presque verticalement et de se réunir en un gros faisceau commun, se séparent de la moelle sous un angle presque droit et quelquefois même forment avec l'axe médullaire un angle obtus en bas; tous se portent transversalement ou obliquement en haut et en dehors vers les trous de conjugaison correspondants. » Toutefois M. Bevalet ne parle pas de l'étalement de la moelle épinière, signalé déjà très nettement par Cruveilhier, dans son *Atlas d'anatomie pathologique* (XVIe livraison).

C. — Parois de la poche.

La paroi profonde ou antérieure de la poche est constituée par la face postérieure des vertèbres lombaires et sacrées, à laquelle viennent s'ajouter la dure-mère et les deux feuillets de l'arachnoïde confondus en une seule lame fibreuse. Quant à la paroi postérieure ou cutanée, elle comprend de dehors en dedans les différentes couches suivantes: 1° la peau ; 2° la nappe médullaire; 3° la lame fibreuse interne. Nous allons étudier successivement chacune de ces parties.

1° *Peau.* — Sur un fœtus d'environ 7 mois atteint de spina bifida et conservé dans des conditions favorables que nous devons à l'obligeance de M. le professeur Parrot, nous trouvons cette membrane au niveau de la poche absolument distincte de ce qu'elle est sur le restant du corps de l'embryon. Le derme est remplacé par une lame fibreuse épaisse, formée de faisceaux et de nappes lamineuses entre lesquels se trouvent

interposés de nombreux éléments cellulaires (corps fibroplastiques et cellules rondes). Cette lame est entièrement dépourvue de fibres élastiques ; sa surface est lisse, sans élevures papillaires ; son épaisseur varie de 1 à 2 millimètres.

L'épiderme possède ses deux couches caractéristiques, mais il ne donne naissance à aucune involution glandulaire ou pileuse, alors que les glandes sudoripares et les follicules pileux abondent, au contraire, dans les parties qui avoisinent le bourrelet. Notre description concorde entièrement avec celle qu'a donnée récemment M. Chambard d'un cas de *spina bifida* observé sur une petite fille âgée de 10 ans (*Progrès médical*, 17 juillet 1880). « Le bourrelet, dit-il, ne présente qu'un épaississement déjà notable du derme qui renferme un nombre assez considérable de grosses glandes sudoripares dont les ampoules et les canaux excréteurs n'offrent d'ailleurs aucune altération. Cet épaississement du derme devient considérable dans la troisième portion qui constitue les parois de la tumeur rachidienne ; celles-ci sont en effet formées d'une membrane conjonctive épaisse, recouverte d'une couche épidermique complète ; à ce niveau le tissu cellulo-adipeux a complètement disparu. L'épaisseur de cette lame conjonctive est au moins sept ou huit fois plus considérable que celle du derme de la peau environnante. »

2° *Nappe médullaire* (fœtus de 7 mois). — Au-dessous de la lame fibreuse cutanée on rencontre une couche de substance nerveuse qui prolonge en quelque sorte la moelle épinière dans l'épaisseur des parois de la poche. Cette couche n'est pas disposée en nappe continue et régulière, mais elle est traversée de distance en distance par des cordons lamineux qui accompagnent les vaisseaux sanguins ; son épaisseur est du reste essentiellement variable d'un point à un autre. Elle est formée par une substance finement réticulée offrant tous les caractères optiques de la névroglie et se colorant comme cette dernière en jaune sous l'influence du picrocarminate. Cette substance renferme de nombreux myélocytes facilement reconnaissables à leur forme ovoïde ou sphérique et à l'absence de tout corps cellulaire nettement apparent ; on y trouve en plus quelques cellules nerveuses en voie de développement.

La limite de cette couche médullaire du côté de la lame dermique est parfois absolument tranchée ; ailleurs les deux tissus

se pénètrent réciproquement, se fusionnent, et l'on passe par une transition graduelle de la coloration jaune du tissu nerveux à la teinte rosée des faisceaux lamineux du derme. Profondément cette nappe médullaire repose sur la dure-mère, dont la sépare une couche de tissu cellulo-vasculaire analogue à celui de la pie-mère.

Il peut arriver, dans certains cas, que la moelle épinière soit de plus en continuité directe avec l'épiderme comme dans l'observation n° 4 de la thèse inaugurale du Dr Morillon (Paris 1865), dont nous extrayons ce qui suit : « Toutefois à l'extrémité supérieure du diamètre vertical (de la membrane) et exactement sur la ligne médiane, se cachant pour ainsi dire sous le bourrelet, on voit une petite solution de continuité déprimée en cul de poule, et dirigée obliquement de bas en haut et de dehors en dedans, de la surface de la plaque vers le canal vertébral. Cet orifice a le volume d'une tête d'épingle, et n'est autre chose que l'orifice externe d'un trajet qui aboutit dans le canal rachidien, mais qui n'existait pas à la naissance. On peut par là, introduire un stylet dans le canal vertébral; et, de plus, si l'on presse au niveau de la tumeur, on voit sourdre par cet orifice, actuellement des débris de moelle ramollie, et au moment de la mort un liquide séro-purulent, sanieux, qui ne pourrait être attribué qu'à une arachnitis. »

Nous avons rencontré une disposition identique sur deux pièces de spina bifida appartenant à M. le Dr Hamy, et dans lesquelles le canal central de la mœlle venait s'ouvrir librement à l'extérieur, seulement le mauvais état de conservation des parois de la poche ne nous a pas permis d'en faire l'examen histologique (comp. Virchow, *Pathologie des tumeurs*, p. 186).

3° *Dure-mère et arachnoïde* (*lame fibreuse interne*). — Ces membranes amincies et comme distendues ne présentent rien de spécial.

III. — Considérations tératogéniques et embryogéniques sur l'évolution du spina bifida.

La tératogénie et l'embryogénie, se prêtant un mutuel secours, sont venues jeter quelque lumière sur le mode de formation de cette anomalie qu'on appelle spina bifida ou

fissure spinale (ainsi que le fait déjà Is.-G. Saint-Hilaire). Rejetant les anciennes hypothèses de destruction ou d'effraction de parties primitivement formées, tous les auteurs considèrent aujourd'hui le spina bifida comme reconnaissant à l'origine un arrêt de développement survenu dans le cours de la période embryonnaire, mais il s'en faut de beaucoup qu'on soit entièrement fixé sur l'époque précise à laquelle remonte ce phénomène tératologique, et surtout qu'on ait suivi pas à pas toutes les phases diverses de son évolution. L'embryon humain, que nous avons décrit dans la première partie de ce travail, nous semble devoir apporter un élément important de plus à la solution de ce problème, en montrant qu'au moment de la fermeture de la gouttière médullaire une portion de cette gouttière peut ne pas participer au mouvement général, et continuer à se développer tout en restant étalée.

D'après un certain nombre d'observations faites sur des embryons de poulet soumis à des expériences tératogéniques, M. Dareste propose de ramener toutes les variétés de fissure spinale aux quatre types principaux suivants, remontant à des époques embryonnaires différentes :

1° La lame médullaire, point de départ du tube médullaire, et par conséquent du système nerveux cérébro-spinal, ne se ferme point. Elle reste établie au fond du sillon médullaire, et conserve sa continuité avec le feuillet séreux. Elle est le point de départ des cas de spina bifida, dans lesquels il n'existe point de poche hydrorachique.

2° La lame médullaire se transforme en un tube fermé, mais plus tard que dans l'évolution normale. Les parties de ses parois qui, dans l'état normal, se réunissent sur la ligne médiane, restent écartées, et l'union se fait entre des parties du feuillet séreux qui ordinairement ne participent pas à la formation de la moelle.

3° La lame médullaire se comporte comme dans le cas précédent, mais en se séparant complètement du feuillet séreux. Les lames dorsales ne se rapprochent pas l'une de l'autre, les éléments osseux restent à distance, et il résulte de là une fissure proportionnelle à cet écartement.

4° Le tube médullaire est arrivé à son développement maximum, mais l'axe cérébro-spinal qui s'est constitué se

trouve comprimé totalement ou en partie par le capuchon céphalique de l'amnios. Les méninges et la peau se constituent sur la ligne médiane, tandis que les éléments du squelette demeurent écartés.

M. Dareste range l'embryon humain de 8mm dont nous avons parlé au début de ce travail, et dont il a le premier reconnu l'anomalie, dans les cas de fissure spinale sans poche hydrorachique (1er type). Nous pensons, au contraire, que la persistance de la gouttière médullaire dans la région sacrée de cet embryon, ne constitue pas un type distinct, mais représente le premier stade de l'évolution du spina bifida avec ou sans hydrorachis externe, et doit entraîner, lors du développement de l'embryon, toutes les modifications que nous avons signalées sur les fœtus à terme. Si nous supposons, en effet, que l'embryon continue à évoluer, il est évident qu'en regard de la moelle étalée le corps cartilagineux des vertèbres seul pourra se développer, puisque les lames dorsales ne se sont pas soulevées et soudées au-dessus de la moelle qui forme dans cette région la limite extérieure de l'embryon. Plus tard, lors de l'ossification, les vertèbres seront de même uniquement représentées par leur corps et une partie de leurs lames latérales. Il y aura fissure spinale, ou, pour parler plus exactement, absence de l'arc postérieur des vertèbres.

Il est un peu plus difficile de se rendre compte, sur les fœtus à terme, de l'existence d'une lame fibro-cutanée doublant extérieurement la couche nerveuse, à laquelle elle constitue un véritable organe de protection. Toutefois, à défaut d'un stade intermédiaire nous permettant de saisir de visu et dans leurs détails le mode de développement de cette lame, nous pouvons admettre que les parties latérales de l'embryon qui avoisinent la nappe médullaire (feuillet moyen et épiderme) ont peu à peu progressé au-dessus d'elle, et ont fini par la recouvrir entièrement, absolument comme dans une brûlure profonde ayant interessé l'épiderme et le derme, on voit se produire une lame fibreuse cicatricielle avec une couche épidermique à sa surface. Nous avons, du reste, insisté sur ce point, dans la description de l'embryon humain de 8 millim., qu'il existait sur les parties latérales de la nappe médullaire une sorte de terrain neutre où les éléments de la moelle, considérablement modifiés et ayant

perdu leurs caractères de myélocytes, étaient à la fois confondus avec les cellules du feuillet moyen et les cellules épidermiques. C'est probablement en cet endroit que débute le chevauchement du tissu conjonctif et de l'épiderme au-dessus de la gouttière médullaire. — L'époque de cette cicatrisation, qui amène la production de la lame fibro-cutanée, doit être postérieure à celle des involutions glandulaires ou pileuses, car les parois de la poche sont généralement dépourvues de poils et de glandes sudoripares.

Si l'enveloppement n'est pas complet, il peut persister une solution de continuité dans la lame fibreuse, au niveau de laquelle l'épiderme communique, d'une part, avec la moelle épinière, et, de l'autre, avec la nappe médullaire. Parfois même, l'épiderme ne forme pas un pont continu au-dessus du canal central de la moelle qui vient alors s'ouvrir librement à l'extérieur.

Plus tard, les membranes de la moelle se développent. Le liquide céphalo-rachidien, augmenté, peut-être, par une inflammation chronique des méninges (Virchow), s'accumule dans les mailles du tissu sous-arachnoïdien, et, comme il tend à déprimer les tissus là où il rencontre le moins de résistance, il refoule la nappe médullaire qui n'est pas protégée par l'arc postérieur des vertèbres, et avec elle la lame fibro-cutanée. Dans ce mouvement, la moelle épinière, fixée par son extrémité inférieure à la nappe médullaire, se trouve également entraînée en bas et en arrière. Ainsi peuvent s'expliquer, d'une part, la formation d'une poche hydrorachique, et, de l'autre, la direction ascendante ou récurrente des cordons nerveux qui naissent de la moelle épinière. — Les cas de spina bifida, sans complication d'hydrorachis, seraient déterminés par une résistance plus grande de la lame fibro-cutanée, ou encore, par une moindre production du liquide céphalo-rachidien.

Il est impossible, dans l'état actuel de la science, de déterminer les causes de l'arrêt de développement qui nous occupe et de résoudre en particulier la question de l'hérédité, car les embryons humains affectés de spina bifida sont rares. Celui que nous avons étudié (8^{mm}) étant accompagné de quelques renseignements relatifs à ce point, nous pensons qu'il ne sera pas superflu de les reproduire ici. Voici en quelques mots l'obser-

vation : Madame X, 32 ans, mariée à 20 ans. Du côté maternel, sa mère est morte phtisique, son père est bien portant : il n'y a aucun exemple de scoliose dans la famille. Du côté paternel, son père et sa mère sont également bien portants; la cousine du père est bossue. Cette dame a quatre garçons dont l'un actuellement âgé de 7 ans, présente une gibbosité lombo-sacrée. Dans le cours de la maladie de Pott que ce dernier a eue à 4 ans et qui s'est terminée par cette gibbosité, cette dame fit une fausse couche. Sous l'impression pénible du traitement que subissait son enfant, et d'une grossesse peu désirée, comme aussi sous l'influence des fatigues que lui imposait sa sollicitude maternelle, elle avorta à cinq semaines environ, ce qui concorde assez bien avec ce que nous avons dit dans une note de notre premier paragraphe, à propos du rapport entre les dimensions de l'embryon et son âge (1).

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

FIG. 1. — Nous reproduisons dans cette figure l'aspect extérieur de l'œuf de l'embryon humain, qui fait l'objet de notre 1er chapitre. Les villosités choriales manquent au niveau du dos de l'embryon. Dimensions de l'œuf : longueur AB = 21mm; largeur CD = 17mm; épaisseur = 11mm.

FIG. 2. — Embryon humain de 8 millim. avec persistance de la gouttière médullaire *a* dans la région sacrée; *bb'*, bourrelets médullaires.

FIG. 3. — Coupe transversale du même embryon au niveau de la région cervicale.

a, canal central de la moelle;
b, zone cellulaire qui l'entoure;
c, cornes antérieures;
d, substance blanche périphérique;
f, ganglions spinaux;
g, corde dorsale;
i, racines antérieures de la moelle.
Nachet, obj. 1, ocul. 2.

FIG. 4. — Coupe transversale au niveau de la région sacrée; l'épiderme est légèrement détaché sur les côtés.

a, gouttière médullaire;
b, nappe médullaire;

(1) Depuis, cette dame a eu une nouvelle grossesse parfaitement calme et qui s'est terminée par la mise au monde d'un enfant normalement constitué.

d, substance blanche sous-jacente;

f, ganglions spinaux;

g, corde dorsale;

h, continuité du tissu médullaire *b* avec l'épiderme *é*;

i, racines médullaires.

Nachet, obj. 1, ocul. 2.

Fig. 5. — Fragment de tissu médullaire pris sur les côtés de la gouttière médullaire (gr. $\frac{250}{1}$).

b, couche de myélocytes reliés les uns aux autres par de minces fibrilles nerveuses;

d, substance blanche sous-jacente.

Planche II.

Fig. 6. — Continuité du tissu médullaire *b* avec l'épiderme *é* de l'embryon.

Fig. 7. — Épiderme de l'embryon. Les cellules épidermiques sont disposées sur deux rangées.

Fig. 8. — Fœtus humain de sept mois affecté de spina bifida avec hydrorachis. Figure demi-schématique montrant la structure des parois de la poche.

a, épiderme;

b, nappe médullaire;

c, lame fibro-cutanée.

Fig. 9. — Figure schématique montrant la disposition de la moelle et de ses enveloppes chez le même fœtus. Coupe longitudinale passant par les trous de conjugaison.

a, moelle épinière s'étalant en *b* dans les parois de la poche;

c, filets nerveux qui prennent naissance dans cette portion étalée de la moelle, et qui vont sortir par les trous sacrés;

d, vertèbres sacrées;

f, dure-mère tapissant les parois de la poche;

g, feuillet pariétal de l'arachnoïde artificiellement séparé de la dure-mère;

h, feuillet viscéral. Ces deux feuillets s'accolent intimement en *i*.

k, espaces sous-arachnoïdiens remplis par le liquide céphalo-rachidien.

l, pie-mère.

NOTE
SUR L'ANATOMIE PATHOLOGIQUE
DES
PARALYSIES DIPHTHÉRITIQUES

Par M. Ernest GAUCHER
Interne lauréat des Hôpitaux de Paris, Préparateur au laboratoire d'histologie de la Faculté de médecine.

PLANCHE III.

Le temps n'est pas encore loin où l'on considérait les paralysies diphthéritiques comme des paralysies essentielles, *sine materia*, dues à l'altération du sang. Je n'ai pas l'intention de refaire ici un historique que tout le monde connaît, et qu'on trouvera dans les récents écrits publiés sur la question, dans la thèse de M. Magne (thèse de Paris, 1878) et surtout dans le mémoire de M. Déjerine (*Arch. de physiologie*, mars-avril 1878). Je rappellerai seulement les travaux de MM. Charcot et Vulpian, Lorain et Lépine, Liouville, Bühl, Pierret, etc. (1). Enfin, le plus important travail est celui de M. Déjerine. Cet observateur conclut de ses recherches que la lésion essentielle de la paralysie diphthéritique est une névrite parenchymateuse des racines antérieures de la moelle, caractérisée par la segmentation de la myéline qui prend un aspect moniliforme, la multiplication des noyaux de la gaîne de Schwann et la disparition totale ou partielle du cylindre axe. De plus, le même auteur a trouvé, dans les cornes antérieures de substance grise de la moelle, les cellules moins nombreuses qu'à l'état normal, arrondies, ternes et dépourvues de prolongements.

Rien de nouveau, je crois, n'a été publié en France depuis le travail de M. Déjerine. J'ai eu à examiner, pour mon compte, deux cas seulement de paralysie diphthéritique. Dans le premier, je dois à la vérité de dire que je n'ai pu trouver aucune

(1) On consultera aussi avec fruit la récente thèse d'agrégation de M. Landouzy, sur les *Paralysies dans les maladies aiguës*, dont l'apparition est postérieure à la rédaction de ce travail.

lésion importante, ni dans le système nerveux ni dans le système musculaire. Dans le second cas, au contraire, les lésions étaient très remarquables, très faciles à voir ; elles se rapprochent de celles qui ont été décrites par M. Déjerine, mais ne sont cependant pas absolument semblables.

Avant d'entrer dans les détails de l'examen histologique, je crois utile de rapporter brièvement l'histoire clinique des deux malades qui font l'objet de cette note. Ces deux observations ont été prises à l'hôpital de l'Enfant-Jésus, dans le service de M. le docteur Archambault, dont j'avais l'honneur d'être l'interne pendant le premier semestre de l'année 1879.

Quant aux recherches microscopiques, elles ont été faites au laboratoire d'histologie de M. le professeur Ch. Robin, avec l'aide et les conseils de M. le docteur Cadiat, auquel je demande la permission d'adresser mes remerciements.

Observation I. — Paralysie diphthéritique datant d'un mois. Mort subite.

Alphonse P..., âgé de 2 ans, est apporté à l'hôpital des Enfants le 28 janvier 1879, salle Saint-Louis, n° 3, service de M. Archambault.

Cet enfant a eu des convulsions il y a trois mois. Il n'a pas d'autre antécédent morbide.

Il y a un mois et demi environ, vers le milieu de décembre 1878, il a été atteint *d'une angine couenneuse,* sans croup, qui guérit assez bien, mais laissa à sa suite une paralysie.

La *paralysie* a débuté il y a un mois, à peu près, dit la mère, par le voile du palais. L'enfant ne pouvait plus avaler et rendait par le nez, ses aliments, surtout le lait. Peu à peu la paralysie gagna les membres inférieurs, les membres supérieurs et enfin les muscles du dos et de la nuque.

De plus, depuis quelques jours, cet enfant tousse beaucoup ; à l'auscultation, on trouve des râles de bronchite généralisée, plus nombreux du côté droit.

Il est dans un état d'amaigrissement assez avancé.

Le soir de l'entrée du petit malade à l'hôpital, la paralysie présente les caractères suivants :

L'enfant ne peut rien avaler, et tout mouvement de déglutition est suivi d'une régurgitation par le nez et d'un accès de toux convulsive.

Les membres sont flasques, et, si l'on soulève la jambe, elle retombe inerte. Cependant la paralysie n'est pas complète, ce

n'est que de la parésie, plus marquée aux membres inférieurs, comme dans les cas habituels.

Les muscles de la nuque et du cou sont aussi paralysés ; l'enfant ne peut maintenir droite sa tête qui, ou bien retombe en arrière, ou bien s'incline d'un côté ou de l'autre.

La sensibilité et les mouvements réflexes sont conservés. Si l'on pince la jambe ou l'avant-bras, le malade les retire lentement par une sorte de reptation.

Le jour même de son entrée, à la visite du soir, l'enfant, quoique gravement atteint, semblait devoir vivre encore quelques jours au moins. Au milieu de la nuit, la religieuse de veille le trouve dormant et respirant tranquillement. Le matin il était mort, sans qu'on s'en fût aperçu (29 janvier).

On verra plus loin, par l'autopsie, qu'aucune lésion anatomique n'existait qui pût expliquer cette mort subite ; c'est pourquoi il est vraisemblable, je pense, de l'attribuer à une paralysie du cœur. Des cas de ce genre ont déjà été observés.

L'autopsie est pratiquée le 30 janvier, à 10 heures du matin, et donne peu de résultats.

Il y a environ une cuillerée de liquide dans le péricarde ; dans le cœur, aucune lésion valvulaire, pas le moindre caillot ; le sang est au contraire pâle et diffluent. Le tissu du myocarde est pâle et mou ; les parois du cœur sont peu épaisses. Cependant l'examen microscopique ne permet de découvrir aucune lésion des fibres cardiaques.

Les poumons sont un peu congestionnés, les bronches renferment des mucosités ; il y a un peu de broncho-pneumonie à la partie postéro-inférieure du poumon droit. Pas d'embolie pulmonaire. Pas de lésion des plèvres.

Le foie et les autres organes abdominaux paraissent sains, à part les reins, qui sont légèrement congestionnés.

Le cerveau et le cervelet présentent un piqueté congestif très apparent, surtout dans la substance blanche. Il n'y a aucune lésion des méninges crâniennes ou rachidiennes, et notamment pas d'exsudats fibrineux autour des racines nerveuses, comme ceux qui ont été décrits par M. Pierret.

Le bulbe rachidien et la moelle épinière ont conservé, à l'état frais, leur aspect normal.

Un fait intéressant que je signale en terminant : il n'y avait

pas de rigidité cadavérique des muscles de la nuque ni des membres paralysés.

Observation II. — Paralysie diphthéritique datant de quinze jours. Mort par asphyxie due à la paralysie des muscles inspirateurs.

Charles R..., âgé de 11 ans et demi, entre à l'hôpital de l'Enfant-Jésus pour la seconde fois le 6 février 1879, salle Saint-Louis, lit n° 10, service de M. Archambault.

Il a déjà séjourné à l'hôpital, dans une salle voisine, le mois dernier. En effet, ses parents racontent qu'il a été pris d'angine couenneuse le 2 janvier ; il est amené à l'hôpital le 3 janvier ; le croup se déclare le 4 et il est opéré le 5. L'opération fut suivie de succès, mais la paralysie ne tarda pas à se déclarer.

L'enfant sortit des salles le 30 janvier ; mais déjà depuis huit jours, la déglutition était difficile, les membres inférieurs s'affaiblissaient.

En peu de temps, la paralysie fit des progrès rapides, et les parents se décidèrent à ramener leur fils à l'hôpital.

Au moment de son entrée, les symptômes sont les suivants :

Les membres inférieurs sont dans un état de parésie tellement prononcé, que le malade ne peut se tenir debout ; ses jambes plient sous lui.

La force musculaire des membres supérieurs est aussi très amoindrie, surtout du côté droit ; la main ne peut même pas porter les aliments à la bouche.

La déglutition, d'ailleurs, est extrêmement difficile ; elle occasionne des accès de toux, à cause de la pénétration de parcelles alimentaires dans les voies aériennes ; les boissons et les aliments reviennent par le nez.

Le voile du palais est immobile. La voix est presque éteinte, nasonnée, incompréhensible.

Les muscles du tronc, du cou et de la nuque sont paralysés, ce qui fait que la tête, dans un état d'équilibre instable, vacille sur les épaules.

Il n'y a pas de trouble des sens de l'ouïe ni de la vue ; cependant, au bout de quelque temps, la lecture devient difficile, ce qui indique un commencement de paralysie de l'accommodation.

La respiration est pénible, surtout quand le malade est depuis longtemps couché ; la poitrine est pleine de râles sibilants et

ronflants, dus à l'accumulation de mucosités, dont l'expectoration est déjà devenue très difficile.

Les battements du cœur sont réguliers et bien frappés.

La sensibilité et les mouvements reflexes sont intacts.

Traitement : Application de courants continus deux fois par jour. Potion avec 6 gouttes de teinture de noix vomique et 2 grammes d'extrait mou de quinquina.

Les jours suivants (7, 8, 9 et 10 février), les symptômes paralytiques s'aggravent; la respiration est de plus en plus difficile, le murmure vésiculaire est très faible et mêlé de râles nombreux dus à l'engouement pulmonaire. La paralysie des muscles respirateurs fait des progrès, et la dépression épigastrique, pendant l'inspiration, indique que le diaphragme est atteint.

Les muscles de la face, et notamment les buccinateurs, sont pris à leur tour; le malade ne peut plus ni siffler ni souffler.

Enfin le 11 février, à une heure de l'après-midi, en dépit de tout traitement, l'enfant succombe en pleine connaissance, asphyxié, malgré la faradisation du nerf phrénique.

L'autopsie est pratiquée vingt-quatre heures après la mort; en dehors du système nerveux, il n'y a pas d'autre lésion que l'engouement pulmonaire et l'accumulation de mucosités dans les bronches.

A l'œil nu, il n'y a pas d'autre altération des centres nerveux qu'un piqueté congestif du cerveau et du cervelet semblable à celui de l'observation précédente; le bulbe et la moelle paraissent sains.

Les muscles présentent leur aspect, leur consistance et leur coloration habituels.

Ainsi, dans les deux cas, la seule lésion appréciable à l'examen macroscopique est la congestion de la substance cérébrale. Mais l'examen microscopique est capable de fournir des renseignements que nous allons maintenant faire connaître.

Examen microscopique.

J'ai suivi dans ces recherches, le plus exactement possible, la technique employée par les micrographes qui se sont occupés du système nerveux.

La moelle et le bulbe sectionnés en fragments de 1 centi-

mètre environ, les nerfs et les morceaux de cerveau ont été durcis dans une solution d'acide chromique à $\frac{1}{1000}$ d'abord, puis progressivement à 2 et à 3 pour mille. Les coupes, colorées et éclaircies, ont été montées dans le baume de Dammar.

Les racines nerveuses, suivant le procédé employé par M. Déjerine, ont été plongées pendant vingt-quatre heures dans une solution d'acide osmique au centième, puis lavées, dissociées et colorées par le picro-carmin.

Quant aux muscles, ils ont été conservés dans le liquide de Müller et dissociés dans la glycérine comme d'habitude.

En agissant de cette sorte, et de la même façon dans les deux cas, les résultats ont pourtant été bien différents.

Observation I. — Je rappelle que la première observation est relative à un enfant de deux ans, mort subitement, et probablement par arrêt de cœur, après un mois de paralysie. Dans les différents organes de ce malade, l'examen microscopique n'a permis de découvrir aucune lésion.

Sur des coupes méthodiques à différentes hauteurs, la moelle épinière présentait sa structure normale. Les cellules des cornes antérieures étaient aussi nombreuses que d'habitude ; elles avaient la même réfringence, le même aspect, des prolongements aussi multipliés.

Le bulbe rachidien a été coupé et examiné dans son entier ; je n'y ai trouvé aucune altération. Les cellules des circonvolutions cérébrales étaient semblables à celles d'un autre enfant du même âge.

Les racines nerveuses rachidiennes, antérieures et postérieures, tant à la région cervicale qu'à la région lombaire, traitées par l'acide osmique et dissociées avec soin, renfermaient des tubes absolument sains, dans lesquels la myéline n'était même pas fragmentée.

Une seule lésion existait, que je signale sans y attacher d'importance. Deux ganglions rachidiens, l'un à l'origine du premier nerf cervical droit, l'autre à la partie moyenne de la région dorsale, étaient très notablement hypertrophiés. J'ai pratiqué des coupes de ces ganglions ; c'était une hypertrophie simple, sans lésion des éléments nerveux ou conjonctifs.

Les fibres musculaires du voile du palais et d'un des muscles

du bras ont été examinées, ainsi que celles du cœur : nulle part il n'y avait d'altération, ni dans le volume ni dans la striation des faisceaux primitifs, non plus que dans le tissu lamineux interfasciculaire.

J'ajoute qu'un nerf périphérique, le nerf médian du côté droit, le seul qui ait été soumis à l'observation microscopique, était aussi exempt de toute espèce de lésion.

Observation II. — A côté de ce cas négatif, j'ai au contraire, obtenu des résultats positifs et très importants dans la seconde observation : garçon de onze ans et demi, mort par asphyxie après vingt jours de paralysie environ.

Muscles : Le système musculaire était indemne; j'ai examiné, par dissociation, des muscles de la cuisse, du thorax, du dos, du voile du palais, le diaphragme et un morceau du ventricule gauche, et je n'ai trouvé aucune lésion des faisceaux primitifs ou du tissu conjonctif interstitiel.

Système nerveux : Des coupes multiples ont été pratiquées sur les circonvolutions cérébrales des différentes régions ; le bulbe rachidien a été coupé méthodiquement dans sa totalité : nulle part il n'y avait d'altération.

Contrairement à ce qui a été observé par d'autres histologistes, la moelle épinière, dans toute sa hauteur, était absolument saine. Il n'y avait, notamment, aucune lésion des cellules des cornes antérieures, à aucun niveau, ni dans la région cervicale, ni dans la région lombaire.

Parmi les nerfs périphériques, j'ai examiné le médian, le sciatique, au milieu de leur trajet, et les deux nerfs phréniques, qui m'ont paru sains les uns et les autres.

Les ganglions rachidiens présentaient aussi leur structure normale, de même que les racines rachidiennes postérieures.

Racines rachidiennes antérieures : Les lésions étaient exclusivement localisées dans les racines antérieures des nerfs rachidiens, et surtout importantes *à la région lombaire.*

Même dans ces racines, les tubes restés sains étaient dans la proportion de la moitié ou des deux tiers ; et, dans ces tubes sains, la myéline présentait son aspect normal, était à peine fragmentée, pas plus qu'elle ne l'est ordinairement sur des nerfs examinés vingt-quatre heures après la mort. Les tubes

nerveux n'offraient pas l'aspect moniliforme qui a été décrit dans d'autres observations ; la myéline n'était pas réduite en gouttelettes.

Les tubes malades, dans la proportion du tiers ou de la moitié, étaient de deux sortes : les uns volumineux, les autres très grêles. *Tous ces tubes étaient entièrement vides de myéline*, ressemblant aux fibres du grand sympathique. On ne peut objecter que c'étaient en effet des fibres du grand sympathique, car ces fibres, qui existent, il est vrai, à l'état normal, dans les racines antérieures, sont loin d'être en nombre aussi considérable ; de sorte qu'il est impossible de confondre les unes avec les autres, surtout si on a égard à l'autre lésion dont je vais parler maintenant.

Sur quelques tubes, en effet, l'absence de myéline était la seule altération ; les noyaux de la gaîne étaient à peine plus nombreux. Mais sur la plupart, au contraire, avec la disparition de la myéline, existait une *multiplication très considérable des noyaux de la gaîne de Schwann.*

Sur une longueur de $0^{mm},10$ on pouvait compter 2, 3 et même 4 noyaux, suivant leur volume. Ces noyaux étaient, d'ailleurs, disposés très irrégulièrement, quelquefois tellement serrés qu'ils se touchaient, et par places agglomérés en groupes de deux ou trois.

Le mécanisme de cette multiplication nucléaire était probablement une segmentation, car, sur un point, il était possible de saisir la segmentation en train de s'opérer.

De plus, non seulement les noyaux étaient en beaucoup plus grand nombre qu'à l'état normal, mais, pour la plupart, ils avaient subi *une augmentation de volume très notable.*

J'ai déterminé, à l'aide du micromètre, les dimensions exactes de ces noyaux, par comparaison avec les noyaux des tubes restés sains. Sur les tubes sains, les noyaux de la gaîne de Schwann présentaient une longueur de $0^{mm},010$ sur $0^{mm},005$ de large (1).

Sur quelques-uns des tubes malades, les noyaux proliférés

(1) J'ai cherché dans les traités classiques les dimensions normales des noyaux de la gaîne de Schwann, je ne les ai trouvées nulle part, même pas dans les ouvrages spéciaux sur l'histologie du système nerveux. C'est pourquoi je donne seulement les dimensions que j'ai déterminées moi-même.

avaient conservé les mêmes dimensions, mais sur la plupart des autres, leur hypertrophie était remarquable. La longueur de ces noyaux variait entre 0^{mm},012, 0,015, 0,019, 0,025 et même 0,030, et leur largeur entre 0,^{mm}005, 0,007, 0,010, 0,012. Les plus nombreux avaient 0^{mm},015, 0,019, 0,025 de long sur 0^{mm},007 et 0,012 de large.

Mais, et c'est en quoi cettte observation diffère de celles qui ont été publiées par d'autres, *le cylinder-axis, dans tous les tubes, même les plus malades, était partout continu et ne présentait aucune altération.*

Tels sont les résultats qui ont été fournis par la dissociation des racines antérieures, osmiées d'abord, puis colorées par le carmin. J'ai de plus pratiqué des coupes transversales de ces racines, et sur ces coupes on pouvait voir que les noyaux appartenaient bien évidemment à la gaîne de Schwann, que le cylinder-axis présentait son contour normal et qu'il n'y avait aucune lésion proliférative ou autre du tissu conjonctif interfasciculaire.

Conclusions. — Des deux observations qui précèdent, et en même temps des travaux antérieurs sur la matière, je crois pouvoir tirer les conclusions suivantes :

1° Il n'y a jamais de lésions du système musculaire dans les paralysies diphthéritiques ;

2° Les lésions sont localisées dans le système nerveux ; elles ne sont pas constantes, elles ne sont pas les mêmes dans tous les cas (comme preuve, il n'y a qu'à se reporter aux observations si différentes de M. Pierret et de M. Déjerine).

3° A part la congestion générale des centres nerveux, qui n'a rien de caractéristique, les lésions sont surtout marquées dans les racines rachidiennes antérieures. D'après ce que j'ai vu, elles seraient exclusivement localisées à ces racines ; elles n'affectent, d'ailleurs, qu'un certain nombre de tubes nerveux.

4° Dans le cas que j'ai observé, la lésion des racines antérieures des nerfs rachidiens est double :

a. Disparition totale de la myéline ;

b. Multiplication très considérable et augmentation de volume des noyaux de la gaîne de Shwann.

Le cylindre-axe, dans les tubes malades, est partout continu, très visible, et ne présente pas d'altération.

Il n'y a pas de lésion du névrilemme.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

Racines rachidiennes antérieures.

(Obs. 5. — Ocul. 2. — Nachit).

Fig. 1. — Faisceau de tubes volumineux ; absence totale de myéline ; multiplication très considérable des noyaux de la gaîne de Schwann.

Fig. 2. — Tubes isolés, semblables à ceux de la figure 1.

Fig. 3. — Faisceau de tubes fins ; absence totale de myéline ; multiplication très considérable des noyaux de la gaîne de Schwann.

Fig. 4. — Tubes isolés, vides de myéline, dans lesquels la multiplication des noyaux est moins avancée.

Fig. 5. — Faisceau de tubes semblables à ceux de la figure 4.

Fig. 6. — Tube isolé où les noyaux de la gaîne sont très petits.

Fig. 7. — Tubes nerveux dissociés, montrant l'irrégularité de volume et de disposition des noyaux de la gaîne de Schwann.

DE LA
CADUCITÉ DES CROCHETS ET DU SCOLEX LUI-MÊME
CHEZ LES TÉNIAS

Par Pierre MÉGNIN

(PLANCHES IV ET V.)

En me basant sur de nombreuses observations faites sur les Ténias des animaux domestiques et des animaux sauvages, j'ai, dans des travaux précédents, avancé que l'état armé et l'état inerme, chez les Ténias, pouvaient être deux âges différents ou deux degrés différents de développement présentés, soit successivement par le même individu s'il prolonge suffisamment son séjour dans le même milieu, soit en même temps par deux individus de même origine, mais habitant des milieux différents, — différents surtout par la quantité de matières azotées qui entre dans leur composition.

Aujourd'hui j'ai de nouvelles preuves, non seulement que l'état armé et l'état inerme sont deux états constants et successifs dans la même espèce de Ténia, mais qu'il y a un troisième état tout aussi constant que les deux premiers auxquels il succède régulièrent : c'est l'état *acéphale*.

L'état acéphale, chez les Ténias, est l'indice et la preuve de la cessation des fonctions d'un organe que l'on a jusqu'à présent regardé comme permanent et indispensable à la vie de l'individu : je veux parler du *scolex*, vulgairement nommé *tête* et qui doit plus justement s'appeler *queue* ainsi que le propose M. E. Perrier. Eh ! bien, le *scolex*, outre son rôle d'agent de fixation, est un organe transitoire exactement comme la *vésicule hydatique ;* il n'est autre qu'un des nombreux moyens de multiplication dont la nature s'est montrée si prodigue dans le groupe des Cestoïdes.

Les Ténias, comme on sait, et comme je le montrais encore dernièrement dans ce journal (1), lorsqu'ils existent sous la forme de vésicule hydatique, forme qui succède à celle de l'embryon

(1) *Note sur une nouvelle forme de ver vésiculaire*, in *Journal de l'Anat. et de la Physiol.*, 1880, page 181.

« de $0^{mm},032$ à $0^{mm},044$; — embryon long de $0^{mm},031$, avec « six crochets longs de $0^{mm},017$. »

Dujardin a trouvé assez souvent ce Ténia à Rennes dans l'intestin de l'oie et du canard de Barbarie (*Anas moschata*) ; il est indiqué par Rudolphi dans le *Colymbus sub cristatus* (espèce de Plongeon) ; et, dans le Catalogue de Vienne, dans l'*Anas ferina* et l'*Anas nyraca*, espèces de canards sauvages.

J'en ai rencontré de nombreux exemplaires en faisant des autopsies d'oies et de canards morts de diverses maladies, dont es cadavres m'étaient envoyée par les abonnés du journal l'*Acclimatation*, presque tous éleveurs, et j'en possède surtout une douzaine d'exemplaires que je dois à la gracieuseté de M. P. Duballen, pharmacien à Saint-Sever, lequel, ayant trouvé dans les premiers jours de janvier de cette année, dans les intestins d'une oie grasse sacrifiée pour sa consommation, une trentaine de ces parasites qu'il ne connaissait pas, m'en envoya une partie pour les déterminer. En réponse à une demande de renseignements que je lui avais adressée concernant l'état et la manière de vivre de l'oie qui avait fourni ces parasites, voici ce que M. P. Duballen m'écrivait à la date du 11 janvier 1880 : « Les Ténias trouvés occupaient, dans les intestins de l'oie, qui « était grasse et n'avait jamais présenté signe de maladie, une « longueur de 10 à 15 centimètres de la partie médiane. Ils se « trouvaient au milieu d'une purée liquide d'un jaune clair « très sale ; l'intestin était très mince à cet endroit et presque « transparent. Cette oie, — ou plutôt ces oies, car il y en avait « deux, — ont été élevées chez un de mes métayers. Leur nour- « riture consistait en plantes vertes hachées et maïs. Au moment « de l'engraissement, on ne leur a donné que du maïs en les « gorgeant. Celle qui avait les ténias était un peu moins belle. « Ces oies, avant l'engraissement qui a duré environ trois « mois, allaient à l'eau dans un vivier où il y a quelques pois- « sons et où se rendent les eaux des fumiers ; mais, d'après les « renseignements que j'ai pris, elles ne mangeaient ni pois- « sons, ni grenouilles, ni les matières fécales des porcs ou « autres animaux ; leur nourriture était essentiellement végé- « tale. Les autres animaux, existant chez mon métayer, con- « sistaient en chevaux, bœufs, moutons, porcs, poules, canards « et oies. »

Les douze Ténias lancéolés qui faisaient partie de la trentaine fournie par l'oie en question, présentent entre eux des différences, en apparence peu importantes, mais caractéristiques : tous sont blancs, plats, finement plissés et sensiblement de même longueur, c'est-à-dire 5 à 6 centimètres, et de même largeur au milieu, 10 à 12 millimètres ; tous ont l'extrémité antérieure en pointe fine semblable à celle d'une lancette de chirurgie, mais l'extrémité postérieure est très variable de forme : chez les uns, elle est rétrécie, plus étroite que le milieu du corps, et tronquée droit, montrant les derniers anneaux aussi serrés et aussi intimement unis entre eux que ceux du milieu du corps ; chez d'autres, elle est brusquement élargie et arrondie, échancrée en arrière en forme d'angle rentrant plus ou moins fermé, et présentant dans cet angle le dernier anneau plié en deux, presque entièrement détaché et adhérent seulement par sa partie médiane (Pl. IV, fig. 1) ; les dix ou douze derniers anneaux ont leurs extrémités progressivement séparées, élargies et formant de chaque côté de l'extrémité une sorte d'éventail (Pl. IV, fig. 1). Entre les deux formes dont je viens de parler, s'en placent d'autres qui sont des degrés intermédiaires établissant une gradation progressive de la première à la seconde.

Si on examine l'extrémité antérieure ou aiguë au miscroscope, alors on constate des différences bien plus remarquables que celles qui sont visibles à l'œil nu : chez les spécimens de la première forme ou du premier type, c'est-à-dire chez ceux qui ont l'extrémité postérieure rétrécie, on constate l'existence d'un *scolex* ou *tête*, très petite, ayant bien les caractères donnés dans la diagnose rapportée plus haut, c'est-à-dire $0^{mm},30$ de long sur $0^{mm},20$ de large, quatre ventouses et une trompe invaginée munie de dix crochets, petits, étroits, peu courbés (Pl. IV, fig. 2). Chez les spécimens du deuxième type, c'est-à-dire à extrémité postérieure élargie et à anneaux en voie de détachement, l'extrémité antérieure ne présente plus aucune trace de *tête* ou *scolex* : à la place se trouve une profonde échancrure angulaire, du fond de laquelle partent en divergeant les vaisseaux latéraux qui se voient par transparence jusque vers le quart antérieur du corps où ils cessent tout à fait d'être visibles (Pl. IV, fig. 5).

Si on examine de la même manière les types intermédiaires,

on voit que ceux qui se rapprochent le plus du premier type ont encore un scolex, mais il est manifestement en voie de régression ou de résorption (Pl. IV, fig, 3) : la trompe, qui est saillante, porte encore ses crochets, mais les ventouses sont complètement effacées et le cou est sous forme d'un étranglement plus ou moins prononcé. Les types intermédiaires qui se rapprochent du dernier n'ont plus, en guise de *scolex*, qu'un tubercule plus ou moins atrophié sur lequel il n'existe plus ni ventouse, ni trompe, ni crochets (Pl. IV, fig. 4).

Cette série de types différents que je viens de décrire et que j'ai représentés dans la planche IV, fig. 1, 2, 3, 4 et 5, montre les modifications que l'âge fait subir au Ténia lancéolé de l'oie, le premier type (fig. 2) étant le plus jeune et le dernier le plus âgé ; ils fournissent la démonstration la plus claire du fait que j'ai avancé, à savoir : que, non seulement les crochets, mais le scolex tout entier lui-même, sont caducs chez certains Ténias, et disparaissent au moment où les premiers anneaux mûrissent et se détachent.

Il existe chez les Gallinacés et les Colombidés domestiques et sauvages un groupe de Ténias qui présentent la curieuse particularité d'avoir le pourtour des ventouses garni de crochets comme le pourtour du rostre et que je nomme pour cela *Échinobothridiens*. La première espèce de ce groupe a été découverte par M. Davaine chez la poule et nommée par lui *Tænia proglottina* (1).

Dujardin (*loco citato*, p. 630) avait proposé de nommer *proglottis* (de προγλωσσις, bout de langue) des helminthes ovales et oblongs, déprimés, très contractiles et très vifs, qu'il croyait, avec raison, être des articles isolés de Ténias, continuant à vivre et à s'accroître isolément beaucoup plus qu'ils ne l'auraient fait en restant enchaînés dens leur situation primitive et ayant des organes génitaux et des œufs tout semblables à ceux des cestoïdes dont il les regardait comme dérivés. Il en avait vu dans plusieurs animaux, savoir : dans la musareigne (*Sorex araneus*), dans la grive draine (*Turdus viscivora*), dans la poule, dans le brochet, dans une raie, etc. Ceux de la poule avaient $0^{mm},34$ à $0^{mm},5$ de large, sans œufs, mais avec un pénis très long, hérissé de petites épines et large de $0^{mm},014$.

(1) *Les Entozoaires*, 1re édit. Paris, 1860. *Synopsis*, p. XXXIX et XL.

M. Davaine a retrouvé ces proglottis en nombre considérable dans le duodénum de toutes les poules qu'il a examinées en octobre 1855, à Saint-Amand (Nord), et il a fini par obtenir les têtes, en fort petit nombre toutefois, en raclant la membrane muqueuse du duodénum, ce qui lui a permis d'établir les caractères de l'espèce à laquelle ils appartenaient, et dont il formule la diagnose de la manière suivante :

« Long de $0^{mm},9$: tête ovalaire (diamètre transversal, $0^{mm},18$; longitudinal, $0^{mm},10$), rostre remplacé par un *infundibulum*, ou ventouse très large ($0^{mm},08$), armé de plus de 80 crochets ayant la forme d'épingles, longs de $0^{mm},005$, sur deux rangs; quatre ventouses n'ayant que le tiers du diamètre de l'*infundibulum*, *armées de crochets semblables*, mais plus petits. Strobila ayant presque toujours moins de quatre articles : le premier, nettement séparé de la tête, beaucoup plus petit que celle-ci ; second article plus grand que la tête, troisième et quatrième articles successivement beaucoup plus grands ; pore génital à l'angle antérieur du troisième article, d'un côté, et à l'angle antérieur du quatrième, du côté opposé ; canal déférent, long, fluxueux ; pénis dans une gaîne armé d'épines rétractiles ; zoospermes filiformes, très longs, en écheveaux ; œufs relativement très grands ($0^{mm},05$) pourvus d'un embryon très vivace. » (Il le représente à ses différents états dans la figure 5 de son livre et on y voit que les ventouses du scolex n'ont qu'un rang de petits crochets.)

Les articles de ce Ténia se séparent presque aussitôt qu'ils sont formés ; ils vivent et se développent libres, et ils acquièrent alors jusqu'au double de la longueur totale du Ténia (la tête et les quatre articles) : dans la plus grande protraction ils ont $1^{mm},8$, et la moitié de cette longueur dans la rétraction. Ces proglotis ont une grande vivacité : ils marchent à la manière des sangsues, le côté antérieur en avant, lequel se reconnaît à la position du pore génital ; quelquefois deux articles restent adhérents et marchent ensemble.

Une deuxième espèce de ce groupe est le *Tænia infundibuliformis* (Gœze), que quelques entomologistes seront étonnés de me voir classer parmi les *Echinobotridiens* ; en effet, je ne sache pas qu'on ait observé, jusqu'à présent, l'âge pendant lequel il a les ventouses armées de crochets comme celle du *T. cucume-*

rina de M. Davaine, car tous les auteurs que j'ai pu consulter sont muets sur ce détail ; voici la description qu'en donne Dujardin, description complétée par une figure très exacte :

« Long de 20 à 130^{mm} (à 330 Rud.), large de 1 à 2^{mm} ; « tête en sphéroïde, aplatie, large de 0^{mm},50 à 0^{mm},55, portant « quatre petites ventouses (de 0^{mm},010 à 0^{mm},011), très peu « saillantes, et terminée par une trompe convexe ou hémisphé-« rique, large de 0^{mm},28 à 0^{mm},32, dont elle est séparée par un « bourrelet étroit de 0^{mm},032, armée de deux cent huit crochets « longs de 0^{mm},0088 sur deux rangs ; — cou très court, mais « susceptible de se gonfler presque autant que la tête ; — pre-« miers articles transverses, trois à cinq fois aussi larges que « longs ; les suivants de plus en plus grands, à bords sinueux, « ou crénelés, ou entaillés, presque aussi longs que larges, les « derniers arrondis, avec le bord postérieur saillant, ou ur-« céolé, ou ovoïdes oblongs ; orifices génitaux irrégulièrement « alternes, et portés par un tubercule saillant inégal, quelque-« fois bifide ; — pénis long de 0^{mm},15, large de 0^{mm},012, ayant « la surface obliquement striée ou hérissée de petites épines « imperceptibles ; — œufs elliptiques, à deux enveloppes : « l'externe longue de 0^{mm},075 à 0^{mm},085 (et 0^{mm},092), l'interne « longue de 0^{mm},044 à 0^{mm},05 ; embryon long de 0^{mm},04 à « 0^{mm},045, avec des crochets longs de 0^{mm},018 à 0^{mm},023. »

Dujardin l'a trouvé sept fois seulement, à Rennes, en visitant les intestins de deux cents poules ou coqs (*Phasianus gallus*), et deux fois seulement il a eu la tête bien conservée ; une fois il l'a trouvé avec des œufs notablement plus petits, dont l'enveloppe interne était longue de 0^{mm},031 et dont les crochets de l'embryon n'avaient que 0^{mm},013 ; la tête manquait, mais les pénis étaient semblables.

Rudolphi l'indique comme très commun en Allemagne dans le coq et dans l'outarde (*Otis tarda*) et plus rare dans le canard et l'oie.

J'ai été plus heureux que Dujardin, car je l'ai trouvé en quantité dans les intestins de faisans victimes des épidémies causées par le *Syngamus trachealis* qui sévissent dans les parquets en France et en Angleterre depuis quatre ou cinq ans ; je l'ai aussi recueilli chez des poulets et des pigeons, et même chez des gouras. J'ai trouvé, surtout chez ces derniers, des

individus évidemment jeunes ayant tous les caractères de l'espèce tels que les donne Dujardin, la même tête, la même trompe hémisphérique entourée d'un bourrelet portant deux rangs de très petits crochets au nombre de deux cents environ et en tout semblables à ceux que figure Dujardin, les mêmes petites ventouses ; mais, particularité curieuse, le bourrelet de chacune des ventouses porte *trois rangs de petits crochets en aiguillon de rosier à pointe dirigée vers le centre de la ventouse.* Je regarde ces individus, à ventouses armées, comme le premier âge strobilaire du *Tænia infundibuliformis*, et, en examinant la série des individus de cette espèce qui figurent dans ma collection, je constate les mêmes modifications imprimées par l'âge que chez le *Tænia lanceolata*, c'est-à-dire que les crochet des ventouses disparaissent les premiers, puis les ventouses s'effacent, puis les crochets de la trompe disparaissent à leur tour, puis le scolex réduit à l'état de mamelon informe, se resorbe progressivement sans laisser aucune trace.

J'ai trouvé, chez des poulets de Crèvecœur et de Houdan, une troisième espèce de Ténias qui constitue en quelque sorte le type du nouveau groupe que je forme avec les Ténias à ventouses armées, car cette dernière particularité est beaucoup plus prononcée chez lui que chez les deux premières espèces; c'est ce qui m'engage à le nommer *Tænia echinobothrida*. En voici la diagnose :

TÉNIA A VENTOUSES ARMÉES (*Tænia echinobothrida* Mihi).
(Planche V, fig. 1 à 11.)

Long de 50 à 100 millimètres, large de 1 à 2^{mm}. Tête ou scolex cubique, petite, large de $0^{mm},25$ à $0^{mm},30$, portant quatre grandes ventouses qui occupent chacune une des faces latérales tout entière et garnie sur tout le pourtour d'un épais bourrelet couvert de *sept rangs de crochets en aiguillons de rosier,* ceux des rangées médianes plus grands (fig. 2, B. C.) ; face supérieure creusée d'un infundibulum dont la paroi est garnie sur la moitié de sa hauteur d'un double rang de crochets très petits au nombre d'une centaine (fig. 2, D.). (Je n'ai jamais vu le fond de cet infundibulum faire une saillie hémisphérique comme dans l'espèce précédente.) Cou nul, les premiers anneaux ayant

la même largeur que celle de la tête qu'ils dépassent bientôt. Premiers anneaux très minces, 50 fois plus larges qu'épais, les suivants de plus en plus grands, à bord postérieur mince et creusé, dépassant l'antérieur de l'anneau suivant de manière à rendre les bords du strobile crénelés ou en scie. Orifices génitaux irrégulièrement alternes, non portés sur un tubercule saillant. Pénis longs de $0^{mm},15$, large de $0^{mm},010$ à surface hérissée de petites épines presque imperceptibles. Œufs sphériques de $0^{mm},09$ de diamètre à deux enveloppes, l'externe rugueuse peu diaphane ; ces œufs sont réunis au nombre de 6 ou 7 dans un sac commun à enveloppe épaisse.

Chez ce Ténia, la resorption de la tête ou scolex se fait peut-être encore plus rapidement que dans les espèces précédentes, aussi les spécimens jeunes chez lesquels la tête est dans toute son intégrité, ou est même seulement présente, sont très rares. C'est un fait que, du reste, Dujardin avait déjà constaté chez presque tous les Ténias d'oiseaux. La première phase de l'âge strobilaire de ce Ténia présente donc son scolex dans l'état où je le décris dans la diagnose et où je le figure Pl. V, fig. 2. Dans cette phase, tous les anneaux sont fortement tassés, étroits et minces, et les derniers, à peine sexués, ne contiennent encore que des ovules ; ils diffèrent peu des anneaux du milieu du corps du strobile, c'est-à-dire qu'ils sont encore quatre ou cinq fois plus larges que longs (Pl. V, fig. 6 et 7).

Dans une deuxième phase, les bourrelets des ventouses sont dégarnis de crochets ; ces ventouses sont elles-mêmes presque effacées, mais l'infundibulum a encore sa garniture (Pl. V, fig. 3). Les anneaux du strobile sont moins serrés que dans la phase précédente, surtout ceux de l'extrémité postérieure qui deviennent carrés, sont remplis d'œufs et prêts à se détacher.

Dans une troisième phase, le scolex est en pleine régression et n'est plus représenté que par un tubercule en massue informe où l'on ne distingue plus ni ventouses, ni infundibulum, ni crochets (Pl. V, fig. 4) ; les anneaux, même ceux qui sont voisins du scolex, sont de moins en moins serrés, et les derniers, très mûrs et bourrés d'œufs, sont arrondis et se détachent progressivement sous forme de proglottis ou de cucurbitains discoïdaux, lenticulaires (Pl. V, fig. 9).

Enfin, dans une quatrième phase, le strobile ne présente plus à son extrémité antérieure aucune trace de scolex, et le premier anneau qui commence la série est régulièrement arrondi comme un moignon (Pl. V, fig. 5). Tous les anneaux sont plus larges que dans la phase précédente, et le nombre des sexués et des ovigères bien plus considérable. Le strobile ne croissant plus, cette phase est représentée par un ruban de plus en plus court, à mesure que les proglottis se détachent, et il finit par n'être plus composé que de quelques anneaux de moins en moins nombreux et par disparaître enfin totalement.

Il m'est arrivé maintes fois de rencontrer les différentes phases, soit du *Tænia infundibuliformis*, soit du *Tænia echinobothrida* chez le même faisan, le même poulet ou le même pigeon, mais le plus souvent tous les ténias existant chez le même oiseau, — où je les trouvais généralement au nombre de six à douze, — étaient à peu près tous du même âge, c'est-à-dire au même degré d'évolution, mais la quantité de ténias acéphales que j'ai ainsi rencontrés est considérable.

L'évolution strobilaire complète de ces deux espèces de ténias paraît être très rapide chez les oiseaux; elle rappelle jusqu'à un certain point le séjour si court que font les *Ligules* dans les intestins des oiseaux aquatiques pour s'y sexuer, et cela sans causer de perturbations appréciables dans les fonctions digestives. Un de mes correspondants m'ayant offert un pigeon qu'il venait de surprendre rendant des *proglottis* et même des portions assez grandes du strobile du *Tænia echinobothrida*, je m'empressai de l'accepter pour étudier de visu l'influence du parasite sur la santé de l'oiseau. Il continua chez moi à se porter à merveille, rendant encore quelques cucurbitains dans les premiers jours. L'ayant tué quinze jours après, je trouvai à l'autopsie tous ses organes en parfait état d'intégrité et nulle trace de ténias dans ses intestins. — (Bien que Rudolphi ait signalé, d'après Olfers, chez un pigeon originaire des côtes d'Afrique, un *Tænia crassula*, j'ai tout lieu de croire que chez mon pigeon parisien c'était le *Tænia echinobothrida* qu'il nourrissait, car les proglottis bourrés d'œufs que j'ai recueillis étaient en tout semblables à ceux que j'ai décrits plus haut et figurés.)

La quantité de ténias trouvés sans crochets et surtout sans tête chez les oiseaux, par les différents observateurs, est consi-

dérable : Rudolphi cite à chaque instant, dans son ouvrage, des espèces avicoles inermes, ne différant des autres que par l'absence des crochets, et Dujardin parle à chaque page de son livre de Ténias sans tête trouvés chez les oiseaux, soit à Rennes, soit à Paris : ainsi il signale, page 594, un Ténia de la Buse, le *Tænia globifera* (Batsch) qu'il n'a vu que sans tête ; page 598, de nombreux Ténias chez les moineaux trouvés soit sans tête, soit avec tête ; page 600, un Ténia sans tête chez le *Picus major;* page 601, deux espèces différentes trouvées sans tête chez les Gallinacés ; page 607, de nombreux Ténias sans tête trouvés chez différentes espèces de canards, et voisins ou analogues au *Tænia infundibuliformis* par les caractères présentés par les proglottis, etc., etc., etc.

Mais il n'est certainement pas d'espèce de Ténia où la rapidité d'évolution du strobile et la facile caducité du scolex soient aussi prononcés que dans celle découverte par M. Davaine chez la poule, et qu'il a nommée *Tænia proglottina*, espèce dont nous avons déjà parlé plus haut et qui fait partie du groupe des *Echinobotridiens*.

Dans mon premier mémoire sur le développement et les métamorphoses des Ténias des mammifères (1), j'avais déjà montré que chez le *Tænia serrata* du chien les crochets du scolex sont aussi caducs, et que ce scolex passe régulièrement de l'état armé à l'état inerme en perdant successivement ses petits crochets, puis ses grands et son rostre ou trompe, qui se rétracte et qui est remplacé par un infundibulum. Après mes dernières observations sur les Ténias des oiseaux et la constatation de la caducité du scolex lui-même, après celle des crochets, j'ai passé de nouveau en revue les nombreux spécimens de *Tænia serrata* qui figurent dans ma collection, et j'ai constaté qu'il y a aussi parmi eux un grand nombre d'individus à scolex remplacé par un tubercule informe, ou complètement acéphales ayant l'extrémité antérieure parfaitement arrondie et nullement brisée par accident comme on pourrait le croire après un examen trop superficiel. Ce fait prouve que la loi d'évolution que j'ai constatée chez plusieurs Ténias d'oiseaux ne leur est pas particulière, puisque ses effets se rencontrent aussi chez

(1) *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1879, pages 225 et suivantes.

un Ténia de mammifère, et elle a sans doute une application beaucoup plus générale.

A propos du *Tænia serrata* du chien, je veux profiter de la circonstance pour me laver d'une accusation de confusion que j'aurais faite de plusieurs espèces différentes de Ténias de ce carnassier, suivant l'éminent directeur de l'École vétérinaire de Lyon, M. Chauveau, et pour répondre à une série d'*affirmations* qu'il a émises à cette occasion et à l'adresse de mes observations sur les variations successives et normales que présente le scolex de ce Ténia (1).

Il y a une vingtaine d'années, M. Chauveau, en collaboration avec le Dr Rertolus, a fait des expériences démontrant que les différents Cysticerques et les Cœnures des herbivores, ingérés au chien, se développent dans les intestins de ce carnassier en donnant lieu chacun à une espèce distincte de Ténia armé, espèces distinctes aussi, suivant lui, d'une espèce inerme qu'il rencontrait fréquemment dans le même milieu. Mes observations sont venues contrarier cette dernière opinion, mais en quoi sont-elles en opposition avec les résultats positifs des expériences en question? En rien, pas plus qu'elles ne sont en opposition avec les résultats positifs de celles de Van Beneden, Leuckart, Kuchenmeister, etc., qu'elles complètent au lieu de leur être opposées, quoi qu'on puisse dire.

En ce qui regarde le *Tænia serrata*, M. Chauveau déclare, mais sans fournir aucune preuve à l'appui de ses affirmations, que j'ai fait erreur :

« J'affirme, dit-il, qu'il n'existe pas de *Tænia serrata* ayant la tête dépourvue de rostre ;

« J'affirme qu'il n'existe pas de *Tænia serrata* avec un rostre dépourvu de crochets ;

« J'affirme qu'il n'existe pas de *Tænia serrata* avec seulement la couronne de petits crochets ;

« J'affirme enfin qu'il en est de même pour toutes les autres espèces de grands Ténias du chien. »

Je ne veux pas insister sur ce qu'a d'étrange, au point de vue scientifique, cette manière de repousser des faits palpables et tangibles, — que j'ai là sous la main à la disposition de tous

(1) Chauveau. — *A propos du développement et des métamorphoses des Ténias des mammifères*, in *Journal de médecine vétérinaire*, Lyon, 1879, page 293.

ceux qui voudront les vérifier,—parce qu'ils sont en opposition avec une manière de voir longtemps caressée. J'aime mieux faire ressortir les raisons bien simples de la contradiction plus apparente que réelle qui existe entre les faits de M. Chauveau et les miens.

C'est sur des sujets d'expériences qui avaient ingéré à jour fixe un nombre donné de cysticerques et qui étaient sacrifiés aussi à jour fixe, après un temps relativement court, que M. Chauveau a récolté ses Ténias en scie ; rien d'étonnant alors que ses Ténias fussent tous au même degré d'évolution et encore dans la période armée.

Mes observations, à moi, m'ont été fournies exclusivement par des chiens morts de maladies, qui s'étaient infectés de ténias en faisant des repas répétés de viscères de lapins farcis de cysticerques (1), cela explique pourquoi les Ténias que j'ai récoltés à leur autopsie présentaient tous les degrés de développement possibles depuis l'état complètement armé jusqu'à l'état acéphale.

Les expériences réalisées par la nature doivent-elles être considérées comme nulles et non avenues au profit des expériences de laboratoire nécessairement limitées? Je ne le pense pas.

Je ne veux pas m'arrêter davantage sur cet incident, persuadé que les observations à venir ne pourront que me donner de plus en plus raison, je veux seulement rapporter l'opinion d'un de mes laborieux confrères de province, M. Pourquier, de Montpellier, qui a fait des expériences remarquables avec M. le professeur Masse sur le cysticerque du veau, et qui, lui aussi, a souvent l'occasion de faire des autopsies de chiens de propriétaires et d'observer les différents états que présentent les Ténias qu'il rencontre dans leurs intestins ; voici ce qu'il m'écrit, à la date du 22 mai dernier, à propos de la disparition progressive des crochets du *Tænia serrata*, qu'il a souvent constatée :

« Monsieur et cher confrère, le parasitisme animal a été et est
« encore pour moi l'objet de mes recherches ; voulez-vous me
« permettre de vous adresser celles qui se rapportent aux tra-
« vaux que vous publiez aujourd'hui ?

(1) Mes relations avec les membres de la *Société centrale des chasseurs*, à l'organe de laquelle je collabore, me donnent fréquemment l'occasion de faire des autopsies de chiens de chasse, et même de chiens morts d'occlusion intestinale par des pelottes de Ténias, et supposés pour cela empoisonnés par malveillance.

« Lors des expériences qui furent faites par M. Masse et par « moi sur le Ténia inerme, j'ai eu l'occasion de faire l'autopsie « d'un certain nombre de chiens, afin d'étudier les caractères « propres à chacune des espèces de Ténia qui vivent chez cet « animal.

« Dans la note publiée à cette époque, je signalai un Ténia « inerme différant entièrement du Ténia inerme propre à « l'espèce canine. J'ai cru alors avoir fait la découverte d'une « espèce nouvelle. Depuis lors, de nouvelles autopsies sont « venues démontrer mon erreur : le Ténia inerme que j'avais « trouvé pour la première fois chez le chien n'était autre que le « *Tænia serrata* dépourvu de crochets.

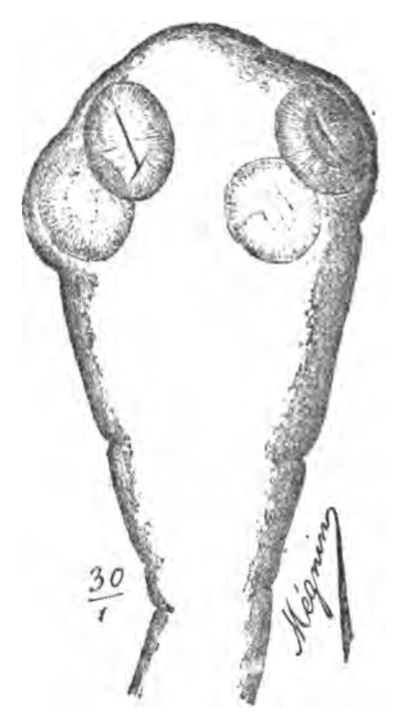
« Je vous autorise, mon cher collègue, à faire de cette « lettre l'usage que bon vous semblera ; j'affirme avec vous, « parce que je l'ai vu, que le Ténia serrata peut être inerme... »

Voici encore, sur cette question, l'opinion d'un de mes contradicteurs qui, sans admettre encore, relativement au Ténia inerme de l'homme l'application de la théorie que j'ai déduite de mes recherches sur l'origine des Ténias inermes des herbivores, n'en reconnaît pas moins le bien fondé de celle qui a trait au dépérissement et à la disparition progressive du scolex : « Ce fait était prévu par la doctrine des générations alternantes. « Il est naturel, en effet, qu'une génération disparaisse avant « celle qu'elle produit. Le scolex étant un individu, le strobile « une colonie d'autres individus issus du scolex, lorsque celui-ci « a rempli ses fonctions reproductrices, il meurt, tandis que les « proglottis continuent leur évolution (1). »

Les autres ténias armés, et en particulier celui de l'homme, suivent-ils la même règle que celle qui régit la chute progressive des crochets et la résorption du scolex chez les ténias des Gallinacés et du chien ? Les lois de l'analogie nous permettent de l'admettre, et, dans tous les cas, en ce qui regarde le *Tænia solium*, il est certain qu'on le trouve souvent complètement inerme ; c'est un fait qui avait déjà été constaté par Leuckart et qu'il attribuait à la vieillesse ; j'ai dessiné un spécimen complètement inerme que m'avait confié M. André Pontier, pharmacien à Paris, dans la collection duquel il figure toujours, chez lequel

(1) Bourquelot. *Migration des Ténias* in *Revue scientifique*. Paris, 1880. (Note du bas de la page 1040.)

le scolex a encore une trace de la trompe représentée par une légère éminence complètement dépourvue de crochets, mais à la surface de laquelle on ne distingue plus non plus aucune trace des fossettes où les crochets étaient insérés. (Voyez la figure ci-contre, qui est un calque de mon dessin.)



La chute des crochets chez le Ténia armé de l'homme se fait quelquefois de très bonne heure et peu de temps après la formation du strobile ; c'est ce qui résulte d'une expérience de Kuchenmeister, réalisée sur une femme condamnée à mort, et résumée dans une note qui est insérée dans les *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences* de 1854 (tome II, page 1180), note que je reproduis :

« M. Kuchenmeister fait connaître le résultat d'une observa-
« tion de laquelle il résulte que les métamorphoses des Hel-
« minthes déjà constatées chez les animaux s'opèrent aussi chez
« l'homme. De jeunes ténias ont été trouvés dans les intestins
« peu de jours après l'ingestion de cysticerques cellulaires avec
« les aliments. Tous portaient encore une ou plusieurs paires

« de crochets ; l'un des quatre qui ont été examinés avait « encore la couronne presque complète ; il y manquait seule- « ment deux des crochets de la première série. Chez ces para- « sites qui n'avaient encore que de 4 à 8 millimètres de « longueur, la forme, le nombre et la grandeur des crochets « étaient ceux du *Tænia solium*, mais les bourses des cro- « chets qui se voient dans les individus plus âgés étaient, « chez ceux-ci, privées de matière colorante et ne pouvaient être « que soupçonnées ; six autres Ténias, semblables en tout aux « quatre premiers, *sauf l'absence de crochets*, ont été aussi trou- « vés dans le mucus intestinal. »

Ainsi, voilà des ténias de l'homme qui n'ont encore que de 4 à 8 millimètres de longueur et qui n'ont déjà plus de crochets !

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE IV.

FIG. 1. — *Tænia lanceolata* (Gœze) de l'oie, de grandeur naturelle, à la période du détachement des *proglottis*.

FIG. 2. — Scolex du même pendant la première période strobilaire, moment où il est intact et en pleine fonction ; la trompe qui porte les dix crochets est invaginée. Grossissement : 100 diamètres.

FIG. 3. — Scolex du même pendant la seconde période strobilaire ; la trompe est saillante, la régression du scolex, surtout de la partie qui porte les ventouses, a commencé, et le cou s'est fortement étranglé. Même grossissement. — *a*, un des crochets grossi à 300 diamètres.

FIG. 4. — Scolex du même pendant la troisième période strobilaire. La régression est presque complète, les crochets et les ventouses ont disparu et le scolex est réduit à l'état d'un petit tubercule. Même grossissement.

FIG. 5. — Extrémité antérieure du même Ténia. Le scolex a complètement disparu et, à sa place, on voit une profonde échancrure. Même grossissement.

FIG. 6. — Extrémité sexuée d'un anneau à un grossissement de 20 diamètres. On voit l'ovaire, à loges régulières communiquant sur la ligne médiane, rempli d'œufs ; le testicule sous forme de cœcum tortueux ; la vésicule séminale ou gaîne pénienne remplie de spermatozoïde et le penis dont la pointe recourbée se dirige vers l'ouverture vulvaire qui est contiguë.

FIG. 7. — Le pénis isolé, grossi à 50 diamètres, à surface couverte de petites épines rétrogrades.

FIG. 8. — Un œuf, au grossissement de 250 diamètres, contenant un embryon.

PLANCHE V.

FIG. 1. — Un *Tænia echinobotrida* (nobis) de grandeur naturelle.

FIG. 2. — A, scolex du même Ténia, à la première période strobilaire, montrant ses ventouses grandes et garnies d'un septuple rang de crochets et la double couronne de crochets de l'infundibulum. Grossissement : 100 diamètres. — B, une portion du bourrelet d'une ventouse garnie de ses crochets, grossie à 500 diamètres. — C, un crochet isolé de ce bourrelet, grossi à 1,000 diamètres. — D, un crochet de la double couronne de l'infundibulum au même grossissement.

FIG. 3. — Scolex du même Ténia à la deuxième période strobilaire. Les ventouses qui ont perdu leurs crochets sont en voie de s'effacer. L'infundibulum et ses crochets existent encore.

FIG. 4. — Scolex du même Ténia à la troisième période strobilaire ; il est en pleine régression et ne consiste plus qu'en un tubercule informe dans lequel on ne distingue plus ni ventouses, ni infundibulum, ni crochets. Même grossissement.

FIG. 5. — Extrémité antérieure du même Ténia arrivé à la quatrième période strobilaire, dans laquelle le scolex a complètement disparu. Grossissement : 50 diamètres.

FIG. 6. — Quelques anneaux du strobile, du milieu de sa longueur. Grossissement : 20 diamètres.

FIG. 7. — Un anneau isolé de la même région montrant les organes sexuels à une de ses extrémités. Grossissement : 25 diamètres.

FIG. 8. — Anneaux de l'extrémité du strobile remplis d'œufs, au grossissement de 12 diamètres.

FIG. 9. — Un *proglottis*, ou anneau mûr, détaché. Grossissement : 15 diamètres.

FIG. 10. — Un groupe de sept œufs dans leur sac commun. Grossissement : 90 diamètres.

FIG. 11. — Un œuf isolé au grossissement de 200 diamètres.

DE LA

FORMATION CHEZ L'EMBRYON ET CHEZ L'ADULTE

DES

VÉSICULES DE DE GRAAF

Par L.-O. CADIAT
Agrégé de la Faculté de médecine de Paris

(PLANCHES VI, VII ET VIII.)

Malgré tout l'intérêt qui s'attache à la question du développement de l'ovaire et des éléments que cet organe renferme, malgré les travaux importants dont il a été l'objet, il m'a paru nécessaire, d'étudier à nouveau le développement des ovules, et des vésicules de de Graaf et l'on verra par l'exposé qui va suivre que cette question méritait encore de sérieuses recherches.

S'il a été difficile de savoir exactement si l'ovule était une cellule unique ou un produit complexe, et quelles étaient les analogics, entre l'œuf des vertébrés ovipares, et l'œuf des mammifères, c'est que la nature de cet ovule n'avait pas encore été exactement déterminée par l'embryogénie.

Une étude précise des premiers phénomènes du développement, au sujet d'éléments qui ont une si grandeimpor tance, est d'autant plus nécessaire, qu'ils sont encore le sujet de discussions interminables. Ces discussions ne reposent pas seulement sur des questions de mots, mais sur des interprétations inexactes des phénomènes observés. Les définitions mal posées, les dénominations impropres résultent toujours d'opinions erronnées sur la nature même des choses.

Relativement à l'ovaire, l'idée mise en avant par Waldeyer, que l'ovule préexistait à l'ovaire, qu'il se formait dès les premiers jours de l'incubation au milieu des éléments de l'épithélium germinatif, pouvait séduire certains exprits. Aussi eut-elle un grand succès et personne ne songea à la contester. Elle donnait satisfaction à ceux, qui, en vertu de certaines idées philosophiques préconçues, veulent ramener la constitution de toute partie vi-

vante à celle de leur propre organisme, et pensent toujours retrouver dans le germe, tous les organes composant un être parfaitement développé. Or, de même que l'observation la plus élémentaire montre, que la vie réside dans la cellule indépendemment de tout organe, sous quelque forme qu'elle se présente, l'embryogénie nous fait voir, que jamais les éléments, les tissus, les organes n'apparaissent brusquement et sans passer par la série des transformations successives, qui s'enchaînent fatalement et se subordonnent les unes les autres, pendant toute la durée du développement embryonnaire.

A première vüe, il ne nous paraissait donc pas logique d'admettre, qu'un élément aussi important que l'ovule, put ainsi se former d'emblée, sans passer par des états intermédiaires, qu'il pût être formé entièrement et de si bonne heure, à une époque où aucun des éléments nerveux, musculaires..., n'a encore acquis ses caractères définitifs. Il était donc naturel de penser, que suivant les lois générales de l'histogénie, cet élément, était précédé par un autre, et, qu'avant d'arriver à ce qu'on peut appeler un ovule, il y avait des séries formes intermédiaires. Mais toute difficulté et toute discussion cessent; si l'on veut appeler ovule non seulement l'élément définitif, mais encore ceux qui l'ont précédé, et, surtout, si pour concilier tout le monde, on ajoute au mot ovule l'adjectif primordial. Mais cette manière de tourner la difficulté n'est pas scientifique. Ici comme partout, les mots hybrides consacrent des erreurs; ou plutôt une étude incomplète des phénomènes. Le langage anatomique ne peut s'établir que sur des idées précices, quand des objets sont nettement déterminés dans leur nature intime et lorsqu'il a recours à des subterfuges, c'est que la lumière n'est pas faite et qu'il y a encore à chercher.

Partant de là, je me suis appliqué à chercher un ovule soit dans l'épithélium germinatif, soit dans la trame même de l'ovaire, chez des embryons peu avancés dans leur développement, et j'avoue n'avoir jamais rencontré cet élément tel qu'on le figure. C'est-à-dire une cellule, avec une membrane vitelline, une vésicule germinative et une tache germinative. Ce n'est que très tard, à une époque voisine de la naissance et chez les animaux adultes, que l'on trouve en réalité de pareils ovules. Mais, par contre, on rencontre, dès le début de la vie embryonnaire, des éléments, dont il est facile de suivre la généalogie et qui offrent avec les véritables

ovules des analogies éloignées. C'est en étudiant le développement de ces éléments, à partir de l'époque où existe la première trace de l'épithélium germinatif, jusqu'au moment où l'ovaire est définitivement constitué, que nous avons vu d'où provenaient les différentes parties prenant part à la constitution de la vésicule de de Graaf.

Les résultats que nous avons obtenus diffèrent, comme on pourra en juger, de ceux que l'on accepte généralement.

Les auteurs allemands, Valentin, Pflüger, et surtout Waldeyer n'en ont pas moins le mérite incontestable, d'avoir découvert la couche de cellules, au milieu desquelles se formaient les ovaires et d'avoir suivi son développement, depuis les premières périodes de la vie embryonnaire jusqu'à l'âge adulte.

Sans entrer dans tous les détails relatifs à la constitution de l'ovaire, il est nécessaire de rappeler brièvement la structure de cet organe, avant d'exposer les faits relatifs au développement de l'ovule. On trouve d'abord, en allant de la surface vers la profondeur : (A) une couche épithéliale ; (B) des amas de cellules disposées par groupes dans des sortes de tubes très courts ou de vésicules closes. Ce sont des ovules en voie de développement ; (C) des vésicules de de Graaf plus ou moins avancées.

A. La couche épithéliale de l'ovaire n'est bien connue que depuis les travaux de Waldeyer. Cet auteur a fait faire un progrès considérable à la question, en montrant que l'ovaire était tapissé par un épithélium cylindrique absolument différent, de celui qui tapisse la séreuse péritoneale, mais surtout, en remontant à l'origine embryonnaire de cet épithélium et en faisant voir qu'il représentait la véritable couche ovigène.

Chez les animaux adultes, cet épithélium forme une couche régulière, continue, de petites cellules prismatiques peu allongées. Cette couche repose immédiatement sur la trame conjonctive de l'ovaire, sans interposition de *basement membrane* ou de paroi propre. Elle est parfaitement distincte du tissu sous-jacent chez les animaux adultes, mais il n'en est pas de même sur les nouveaux-nés et surtout chez les embryons. Chez ces derniers, elle est difficile à distinguer et on ne voit pas d'une façon précise la ligne, qui marque sa limite inférieure. Sur les embryons de mouton, qui ont déjà atteint 12 centimètres de long, on commence seulement à bien la voir comme couche distincte de revêtement.

Parmi les éléments qui composent cet épithélium, on aperçoit des cellules, à bords nets, foncés, sphériques, qui ont un volume variable, suivant l'époque que l'on considère. Ces éléments sont les *ovoblastes* dont nous parlerons plus loin en détail.

La couche épithéliale de l'ovaire n'a pas les mêmes dispositions chez tous les animaux. Alors que chez la femme, elle est à peu près régulière, chez d'autres espèces, on la voit de distance en distance, former des prolongements plus ou moins longs dans la trame conjonctive sous-jacente. Ces prolongements sont formés de cellules épithéliales accumulées, au milieu desquelles on remarque souvent un élément sphérique ou ovoblaste, comme ceux dont nous avons parlé précédemment. Chez le lapin, ces prolongements sont courts, mais nombreux; ils se voient sur toute la surface de l'ovaire. Chez la chienne, on les trouve surtout sur les parties latérales de l'ovaire. Ils forment des enfoncements profonds, qui ressemblent beaucoup à des glandes tubuleuses, et qui contiennent des éléments volumineux, munis de parois propres très nets et remplis de grosses granulations.

Depuis les recherches de Pflüger confirmées par celles de Waldeyer, les éléments renfermés dans ces tubes sont destinés, au moins pour un certain nombre, à former des ovules. Mais les auteurs, qui ont figuré ces éléments (Voy. Frey, p. 623), et les tubes qui les renferment, ne disent pas d'une façon très explicite si chaque élément correspondra plus tard à un ovule ou à une vésicule de de Graaf. Ils ne disent pas non plus, d'où provient l'épithélium de l'ovisac accompagnant l'ovule, question que nous étudierons plus loin.

Chez les Plagiostomes, cette couche épithéliale de l'ovaire est formée de cellules, plus volumineuses que chez les mammifères. Elle présente des enfoncements nombreux du côté de sa face adhérente et beaucoup d'éléments sphériques ou ovoïdes.

Il n'est point douteux, que cette couche épithéliale ovarienne ne continue à jouer, chez l'adulte, le même rôle, que chez l'embryon; et, qu'elle ne préside au moyen de ces involutions épithéliales, à former les ovules et les vésicules de de Graaf inclus dans la trame de l'ovaire, ainsi que l'ont démontré les auteurs allemands, et en particulier Kolliker.

B. La trame de l'ovaire, sur laquelle repose la couche épithéliale, renferme des fibres lamineuses; des vaisseaux et un grand

nombre de noyaux du tissu conjonctif, ainsi que des corps fibroplastiques fusiformes ou étoilés. Sur les ovaires adultes, cette trame enveloppe les vésicules de de Graaf, situées dans les parties profondes de la couche corticale ; elle passe entre les amas d'ovisacs en voie de développement, sépare ces derniers les uns des autres, et, forme à la surface de l'organe, une couche continue, dans laquelle on voit des tubes de Pflüger, avec des éléments plus ou moins développés, disséminés de distance en distance. Sur les embryons, cette trame lamineuse est très peu développée. Elle n'existe, pour ainsi dire, que dans la partie centrale de l'ovaire et elle se perd dans la couche corticale, entre les groupes de cellules. On peut voir, sur la figure 1, planche 1, que toute la portion superficielle de l'ovaire est formée par des cellules juxtaposées, entre lesquelles ne passe presque aucun élément du tissu conjonctif. Elle se confond avec ce qu'on appelle habituellement l'épithélium germinatif.

Les éléments du tissu conjonctif se développeront plus tard, en procédant de la profondeur vers la surface.

C. Les *ovisacs* qui sont disséminés dans la trame ovarienne offrent des dimensions très variables entre $0^{mm},1$ et 1 millimètre et plus. Les plus petits, ceux qui ont des dimensions inférieures à $0^{m},1$ n'ont pas encore tous les caractères des vésicules de de Graaf. Ils sont disposés par groupes ou amas, rappelant la disposition des cordons de Valentin et de Pflüger. Autour de ces amas, se trouvent des couches épaisses de tissu conjonctif, qui les circonscrivent assez exactement. Quelques éléments, appartenant à ce tissu, pénètrent entre les petits ovisacs entassés dans les cordons de Pflüger et forment ainsi, autour chacun de ces éléments, de très minces cloisons, qui s'épaissiront plus tard et les isoleront complètement les uns des autres. Il est important, de rappeler ces dispositions, qui se rattachent à la façon dont se développent les éléments de l'ovaire.

Les plus petits ovisacs, sur des ovaires d'adulte, sont composés d'une paroi propre, d'une cellule centrale, avec un noyau quelquefois apparent, première trace de la vésicule germinative ; enfin de petites cellules en nombre variable, depuis 2, 3, 4, 5, jusqu'à une quantité illimitée, se confondant avec le corps

cellulaire de la cellule centrale et recouvertes par la paroi propre.

On peut aussi reconnaître comme ovisacs, des cellules composées d'une paroi nette, d'un corps cellulaire, d'un noyau et d'un nucliole, sans qu'il y ait sous la paroi cette couche de petites cellules. Nous verrons bientôt pourquoi.

Dans les ovisacs qui ont atteint $0^{mm},1$ et $0^{mm},2$ de diamètre, la cellule centrale de l'ovisac n'a pas encore acquis de paroi propre ou membrane vitelline, mais elle offre tous les caractères de l'ovule. Elle possède un gros noyau clair nucliolé et un vitellus rempli de granulations réfringentes. Les grosses vésicules de de Graaf renferment les mêmes éléments ; seulement, chez elles, la couche de petites cellules séparant le corps de l'ovule de la paroi du follicule, ou épithélium folliculaire, a pris un développement considérable. Quant à la paroi propre, bien qu'elle soit intimement unie à la couche de tissu conjonctif de la vésicule de de Graaf, elle persiste encore; Kolliker d'ailleurs, signale aussi son existence sur les œufs à maturité.

Cet exposé succinct de la nature de l'ovaire d'un animal adulte, nous donne déjà une idée des différents états, par lesquels passent les vésicules de de Graaf dans leur développement. Chez les animaux, qui ne font pas un grand nombre d'œufs à la fois, il est difficile de saisir l'état primitif de la vésicule de de Graaf le nombre de celles, qui sont au début de leur formation, étant relativement très restreint; mais en prenant des animaux d'âges différents, jusqu'à des embryons, on arrive à saisir, comme nous allons le voir, tous les états par lesquels, passent ces vésicules. L'histoire de leur développement est intimement liée à celle de l'ovule. C'est en effet une cellule unique qui produit l'un et l'autre.

Epithélium germinatif. Pour voir comment se développe cette cellule, qui donne à la fois l'ovisac et l'ovule, étudions l'épithélium germinatif au début de la vie embryonnaire. Du 4e au 5e jour d'incubation chez le poulet, l'épithélium de la fente pleuropéritonéale s'épaissit sur la face interne du corps de Wolff, de part et d'autre de l'insertion mésentérique. On voit alors, se développer sur ces points, une couche épithéliale, formée de plusieurs rangées d'éléments superposés. Bientôt le mésoderme sous-jacent s'épaissit et forme une petite saillie à laquelle on a

donné le nom d'éminence génitale. C'est là, que va se développer l'ovaire ou le testicule. Chez les mammifères, les deux éminences génitales se développent également, lorsqu'un ovaire doit se former. Mais il n'en est pas de même, chez les oiseaux, qui, on le sait, n'ont qu'un seul ovaire.

Ovoblastes. — Sur des embryons de poulet au 5e jour, on peu déjà apercevoir, dans la couche de l'épithélium germinatif, des éléments un peu plus volumineux que les autres, avec une paroi propre, épaisse, relativement, un contenu granuleux, et un ou deux nucléoles. Le diamètre de ces éléments est de $0^{m},01$ à peu près. Nous leur donnons le nom d'*ovoblastes*. Ce sont eux qui formeront à la fois les ovules et les vésicules de de Graaf.

Si l'on considère une époque plus avancée du développement, *alors que les sexes sont différenciés*, chez les embryons de brebis et de vache, que les organes génitaux externes sont apparents, on voit que la couche superficielle de l'ovaire a pris l'aspect figuré en. . . . . Ici la couche de cellules tapissant la trame lamineuse de l'ovaire s'est considérablement accrue, et elle se prolonge, vers la profondeur de l'organe, et sans ligne de démarcation précise, par des traînées de cellules, semblables à celles de la surface. Ce sont là les premières traces de ces cordons dits improprement glandulaires, découverts par Valentin et étudiés par Pflüger sur l'ovaire des animaux adultes.

Ces sortes de cordons ou d'involutions, sont séparés les uns des autres, par une trame de tissu conjonctif qui diminue d'épaisseur à mesure qu'on se rapproche de la surface. Les éléments qui composent ces traînées, sont tous des *ovoblastes* plus ou moins développés. Les uns, ont une paroi très nette, d'autres, plus petits, semblent en être privés. Leur corps cellulaire est granuleux, comme le sera plus tard le vitellus.

Cette opinion, facile à démontrer, est en opposition, comme on le voit, avec celle de la plupart des auteurs allemands, qui considèrent les cordons de Pflüger comme formés de cellules épithéliales. D'après eux, les ovules, dits primordiaux naîtraient au milieu de ces cellules. Nous considérons au contraire ces cordons et l'épithélium germinatif, chez l'embryon, comme représentant une couche d'ovoblastes, ou si l'on veut, comme une couche de cellules, destinées toutes, à donner naissance à des ovules; suivant les conditions de milieu où elles se trouvent

placées par le fait du développement de l'ovaire. Les cordons de Pflüger ne sont formés aussi que d'ovoblastes, et les éléments ayant les véritables caractères d'épithélium se forment plus tard soit à la surface de l'ovaire, soit dans l'intérieur des vésicules.

Sur des embryons plus âgés, les ovoblastes sont plus volumineux, la paroi propre qui les entoure s'est amincie; mais en même temps, ces éléments ont acquis un ou deux noyaux formés autour de leurs nucléoles. Les cordons qu'ils forment sont un peu plus écartés par le tissu conjonctif intermédiaire et la couche de revêtement de l'ovaire, est plus nettement délimitée. Enfin sur des embryons de mouton ayant déjà 23 à 25 centimètres de long, on voit un phénomène intéressant se produire. Chaque ovoblaste se transforme en vésicule de de Graaf et de la façon suivante.

La cellule primitive donne, sous sa paroi propre, des expansions ou gemmes de son corps cellulaire. Dans ces gemmes se forment des noyaux exactement comme les noyaux qui se produisent après la fécondation dans les globules polaires chez les invertébrés. Autour de ces noyaux, se fait un travail de segmentation délimitant des cellules très petites, presque entièrement remplies par leur noyau. Ces cellules s'isolent les unes des autres; mais en même temps, elles se multiplient avec rapidité par segmentation, de façon à constituer une couche de revêtement, à la surface de l'ovoblaste primitif. Cette couche sépare bientôt la paroi folliculaire du corps cellulaire de l'ovoblaste. Ainsi se forme l'épithélium folliculaire. Cet épithélium ne préexiste donc pas à l'ovule, ainsi que le pensent les auteurs allemands; il est de formation secondaire. C'est le corps cellulaire de l'élément destiné à former l'ovule qui l'engendre tout entier, et en vertu d'un processus fréquent en histogénie. La plupart du temps les noyaux, qui sont nés ainsi à la surface de l'ovoblaste, ne sont pas entourés d'un corps cellulaire. Ils se multiplient rapidement par segmentation, de façon à repousser la paroi et à l'écarter de la cellule centrale.

Lorsqu'on isole, par dissociation, les éléments d'un ovaire d'embryon, à cette période du développement, on trouve un grand nombre d'ovoblastes dont la paroi a été rompue. Ils offrent alors un noyau central correspondant à la vésicule germinative et quelques noyaux périphériques encore adhérents au

corps cellulaire. On peut voir encore qu'à cette époque, les ovoblastes sont en voie de segmentation, car on en trouve souvent deux renfermés dans une même paroi.

Ils ont été figurés par Kolliker, comme représentant des ovules en voie de segmentation. Au lieu d'ovule, il faut dire ovoblaste, et le fait avancé par Kolliker est à l'abri de toute contestation.

Les noyaux de l'épithélium folliculaire naîtraient donc, d'après cela à la surface de l'ovoblaste, et sous la paroi propre comme naissent les noyaux des feuilles externes du blastoderme chez certains insectes (les Tipulaires culiciformes). (Voy. Ch. Robin, *Anat. et physiol. cellul.*).

Au moment où ces noyaux périphériques commencent à se former, l'ovule se délimite à la partie centrale. Il acquiert un gros noyau transparent, qui correspond à la vésicule germinative, et l'on voit se déposer de grosses granulations réfringentes dans son corps cellulaire, comme celles qui caractérisent le vitellus.

Cette manière de voir n'est pas conforme aux opinions qui ont généralement cours. Celles-ci offrent d'ailleurs entre elles de grandes différences : ainsi Waldeyer, admettant la théorie de Pflüger, pense que les cordons glandulaires renferment à la fois *des ovules primordiaux* et des éléments épithéliaux. Que la segmentation de ces cordons, isole les ovules les uns des autres avec les éléments épithéliaux qui les entourent, et, qu'ainsi se trouvent constitués les vésicules de de Graaf. Mais cet auteur ne nous paraît pas donner des raisons suffisantes, pour différencier les deux espèces d'éléments, qu'il reconnaît dans les cordons glandulaires ; il dit même qu'on observe entre eux tous les états intermédiaires. La présence de granulations serrées dans ces éléments, leur volume, leur paroi très facile à voir, surtout chez la truie, prouvent au contraire, que tous ces éléments des cordons de Pflüger, sont de même nature et n'ont d'autre rapport avec l'épithélium folliculaire, que ceux que nous avons indiqués. Waldeyer a vu aussi et figuré des éléments, comme ceux que nous avons décrits plus haut, c'est-à-dire des ovoblastes enveloppés par une couche de cellules épithéliales tenant au corps cellulaire. Seulement, il donne de ces dispositions une interprétation, qui, pour nous, n'est pas exacte en

disant que ces cellules périphériques appartenant à l'épithétium folliculaire, travaillent à la formation du vitellus.

A priori même, il serait difficile d'accepter une pareille opinion. Car il n'y a point d'exemples de cellules fabriquées de cette façon.

Kolliker de même, a figuré dans son traité d'histologie, des ovules dont toute la surface est remplie de noyaux encore enveloppés par des granulations identiques à celles du Vitellus, ce qui prouve, comme nous l'avons dit, que leur génération se fait dans le corps même de l'ovoblaste.

Ce dernier auteur, assigne une origine différente à l'épithélium folliculaire ; il le fait provenir de prolongements épithéliaux partis du mésovaire. Cette opinion nous paraît bien difficile à soutenir. Les tubes épithéliaux du mésovaire sont, en effet, très éloignés des ovisacs les plus profonds de l'ovaire, les éléments qui les tapissent ne ressemblent pas non plus à l'épithélium folliculaire. Enfin, il est impossible de comprendre comment, ces cellules partant du mésovaire, pourraient traverser les parois des ovoblastes.

D'autres auteurs ont attribué au tissu conjonctif de l'ovaire la formation de cet épithélium. Mais cette hypothèse, qui se présente à propos de toutes les formations cellulaires, n'a plus besoin d'être discutée.

Un des animaux le meilleur à l'étude des ovoblastes et de leur développement est certainement le chat. Lorsqu'on étudie les ovisacs chez la chatte, au moment de la naissance, on leur trouve la structure que nous avons donnée plus haut, à l'état adulte. C'est-à-dire qu'ils sont formés d'une paroi très nette et d'un corps cellulaire granuleux, avec un noyau transparent nucléolé. En dissociant des fragments de la couche corticale de l'ovaire, on arrive à isoler non seulement des ovisacs bien développés, mais encore des ovoblastes avec leur paroi propre. Souvent dans les préparations, cette paroi se rompt, le contenu s'en échappe de telle façon, qu'on en rencontre des lambeaux isolés. Quelquefois même, cette paroi vidée de son contenu se présente entièrement isolée, comme le serait un petit ballon revenu sur lui-même. Les ovoblastes, que l'on trouve en grand nombre dans l'ovaire de la chatte adulte, ont, pour la plupart, un noyau correspondant à la vésicule germinative et quelques noyaux

disséminés au-dessous de cette paroi. Ces noyaux destinés à l'épithélium folliculaire sont d'autant plus nombreux, que l'ovisac est plus avancé dans son développement.

Lorsqu'on examine comparativement, des ovaires d'embryons de différents âges et des ovaires d'animaux, après la naissance, on voit que les éléments destinés à engendrer des ovisacs et des ovules, ne se présentent pas toujours avec la même structure. Sur les embryons peu développés, nous avons vu qu'il n'y avait pas un seul élément dans l'ovaire, ayant les véritables caractères d'ovules, mais seulement des ovoblastes, tels que nous les avons décrits. A mesure que l'embryon grandit, on aperçoit au centre des ovisacs, en voie de formation, des ovules qui commencent à être reconnaissables à leur vésicule germinatrice. A la naissance, ils sont encore en petit nombre ; mais chez l'animal adulte, presque toutes les cellules qui occupent le centre des ovisacs primitifs, bien qu'elles n'aient pas atteint encore leur volume définitif, ont pris tout à fait le caractère d'ovules. Elles ont une vésicule germinative, une tache germinative. Quant à la paroi vitelline, elle est tardive dans son apparition.

Si l'on examine par contre toutes les couches de l'ovaire d'un animal adulte, on y voit des vésicules de de Graaf à toutes les périodes de leur développement. Or, ce qui manque à ces ovisacs, ce n'est pas l'ovule, mais l'épithélium folliculaire. Presque partout, on rencontre des ovules complètement formés ou peu s'en faut, remplissant toute la paroi de l'ovisac ou de l'ovoblaste et sans épithélium folliculaire. On peut donc dire que l'âge d'un embryon est à peu près indiqué par celui de ses ovules. Il n'y a pas parallélisme, entre le développement des ovules chez le même animal adulte et leur évolution envisagée sur différents termes de la série. On comprend la raison de ce fait. Au début de la vie embryonnaire, il y a une formation extrêmement active d'ovoblastes, qui naissent presque tous à la fois. Peu à peu, cette formation se ralentit, jusqu'à devenir nulle. Chaque ovoblaste formé suit ses phases évolutives, suivant les conditions dans lesquelles il est placé. Quand il peut encore se développer excentriquement, il fournit les expansions de l'épithélium folliculaire. Mais, si au centre d'un ovaire adulte, il est enserré dans une trame conjonctive épaisse, les

expansions périphériques ne se produisent pas, et c'est alors la cellule centrale seule qui subit son évolution complète. Ce n'est que plus tard, quand l'ovisac est dans des meilleures conditions de développement, que se forme l'épithélium folliculaire.

Cette étude des œufs des mammifères nous conduit naturellement à étudier ceux des vertébrés ovipares. On sait que ces œufs sont composés d'une partie essentielle, le jaune, à laquelle est superposée des enveloppes, dont nous n'avons pas à tenir compte. Aussi, chez la poule, nous trouvons une mince membrane autour du jaune, que Kolliker appelle déjà membrane vitelline. Au-dessous de cette enveloppe, se trouvent les deux vitellus. 1° le vitellus *plastique* ou de segmentation, sous forme d'un disque blanc à contours vagues de 2 à 3^{mm} de diamètre. C'est la cicatricule ou disque proligère. La cicatricule forme un petit disque blanc à la partie supérieure du jaune et sur son équateur. Au-dessous et plongeant dans la profondeur du jaune se trouve le vitellus blanc. Il forme la latebra, partie accessoire dont on ne sait pas la signification.

Enfin, presque toute la cavité de la membrane vitelline est remplie par le vitellus jaune ou nutritif, formé par des sphères demi liquides, sans noyaux, de 0,^{mm}2 à 0,01 de grosseur.

Nous nous sommes demandé, si chez ces derniers animaux le développement de l'œuf ainsi constitué, se faisait en partie comme chez les mammifères, et s'il était possible de montrer ainsi, d'une façon évidente, les analogies entre ces deux sortes de formations.

Notre étude a porté sur les œufs du squale Griset et sur la poule. Sur ce squale, nous avons rencontré, dans un même ovaire, des cellules isolées, avec un noyau et un protoplasma granuleux, qui nous ont paru, en tous points, comparables aux ovoblastes des mammifères. A côté de ces cellules, on voit des sortes de petits kystes épithéliaux, renfermant une cellule centrale mal délimitée, volumineuse, et quelques petits éléments nucliaires ou cellulaires périphériques tenant au corps de la première. Le tout est enveloppé dans une paroi propre distincte. On peut reconnaître dans ces dispositions, celles que nous avons décrites, à propos des mammifères. Les cellules pé-

riphériques sous-jacentes à la paroi représentent manifestement l'épithélium folliculaire en voie de développement.

A une période plus avancée, la cellule centrale s'est considérablement agrandie ; elle est alors manifestement formée des parties suivantes :

1° Une vésicule germinative très grosse atteignant 0mm,1, claire, transparente, avec unè paroi nette et deux ou trois nucléoles représentant autant de taches germinatives ;

2° Un corps cellulaire opaque composé de fines granulations ayant le même aspect que le vitellus des ovules de mammifères ;

3° Des granules vitellius réfringents, jaunâtres, volumineux, occupant une région limitée du vitellus de segmentatation. Ces granules sont d'autant plus abondants, que l'ovule est plus près de sa maturité. Plus tard, on trouve tout autour du vitellus granuleux, que nous devons considérer comme le vitellus de segmentation, une couche homogène, réfringente, jaunâtre, se colorant en rose par le carmin ? C'est là le vitellus nutritif.

Avant que cette masse de vitellus nutritif, n'ait envahi toute la cavité de l'ovisac, on trouve sous la paroi, entre elle et le vitellus de nutrition, une couche de cellules irrégulières, nucléolées, représentant l'épithélium follicullaire.

Dans le premier volume de notre anatomie générale nous avons admis l'opinion des auteurs (Pflüger, His, Reichert) qui considèrent la paroi de l'œuf ou du jaune chez les animaux, qui ont un vitellus nutritif, comme un produit de secrétion, une sorte de cuticule formée par l'épithélium follicule. Ainsi se trouvait expliquée d'après Waldeyer la formation des micropyles, c'est-à-dire des trous dont elle est percée chez beaucoup d'animaux. Cet auteur pense en effet que les micropyles représentent la place des prolongements de cellules apartenant à l'épithélium folliculaire. Cette cuticule, qui deviendra plus tard la membrane vitelline ou membrane du jaune, se forme assez tard, dans des ovisacs déjà visibles à l'œil nu, de 1 et 2 millimètres de diamètre. Elle se forme donc, exactement comme la membrane vitelline des œufs de mammifères : c'est-à-dire, qu'elle représente une sorte de formation cuticulaire enveloppant le vitellus, quand l'œuf est suffisamment développé.

A partir de l'époque ou la membrane vitelline est formée, les coupes d'ovisacs montrent en rapport avec la paroi de ces der-

niers, paroi parfaitement distincte et qui représente l'enveloppe de l'ovoblaste primitif : une couche épithéliale sur une seule rangée. Ces cellules sont pavimenteuses, régulières chez la poule. On peut chez cet animal, les retrouver encore sur des œufs presque à maturité et qui ont atteint 1 centimètre à 1 centimètre 1/2. Chez les squales, ces cellules sont moins régulières, mais elles sont bien évidentes néanmoins.

Ainsi, chez ces animaux, l'épithélium de l'ovisac est réduit à une seule couche épithéliale, interposée à la membrane vitelline ou membrane du jaune et à la paroi propre de l'ovisac.

Il est donc bien facile de voir, ainsi que l'ont démontré d'ailleurs les recherches de Gegenbaur, Cramer et de Waldeyer, que le jaune nutritif, n'est pas produit par les cellules de l'ovisac, puisqu'il en est séparé par une membrane épaisse, homogène, qui sera la membrane du jaune et que l'on peut considérer comme l'analogue de la membrane vitelline des mammifères. Son mode de formation est identique dans les deux classes d'animaux.

EXPLICATION DES PLANCHES VI, VII ET VIII.

Fig. 1. — Coupe d'un ovaire, d'un embryon de mouton de 8 centimètres de long. A la surface on distingue une couche serrée d'ovoblastes formant ce qu'on appelle l'épithélium germinatif, plus profondément des traînées dits cordons glandulaires de Pflüger, formées des mêmes éléments et descendant dans la profondeur de l'ovaire. Ils commencent à être entourés et séparés les uns des autres par des éléments du tissu conjonctif.

Fig. 2. — Ovoblastes isolés appartenant au même ovaire. Grossissement $\frac{1}{100}$.

Fig. 3. — Coupe de l'ovaire d'un embryon de brebis de 12 centimètres. La couche superficielle dite de l'épithélium germinatif commence à se délimiter. Au-dessous se trouvent des traînées d'ovoblastes entourées par le tissu conjonctif ovarien. Ces traînées sont composées d'ovoblastes plus volumineux. Un plus grand nombre de ces éléments présentent de gros nucléoles. Quelques-uns offrent un, deux et trois noyaux.

Fig. 4. — Éléments isolés du même ovaire. Grossissement $\frac{1}{100}$. Ils offrent comme les précédents une paroi propre et sous cette paroi des prolongements du corps cellulaire primitif.

Fig. 5. — Coupe portant sur la couche corticale d'un ovaire d'embryon de brebis de 23 centimètres. Les ovoblastes sont beaucoup plus volumineux que dans la figure précédente. Ils sont encore disposés en

traînées ou cordons, entre lesquelles se trouvent des nappes de tissu conjonctif rempli de noyaux embryoplastiques. Les moins développés sont comme sur les embryons plus jeunes, les autres présentent dans leur couche superficielle des noyaux disséminés, renfermés sous la paroi propre.

Fig. 6. — Ovoblastes isolés appartenant au même ovaire. Grossissement $\frac{1}{500}$. Ces éléments présentent des expansions du corps cellulaire dans lesquelles se sont formés des noyaux; le corps cellulaire renferme des granulations volumineuses comme celles du vitellus. Au centre on aperçoit un gros noyau ayant déjà l'aspect de la vésicule germinative.

Fig. 7. — Éléments d'un ovaire d'embryon de 25 centimètres. Sur cette figure, on voit que la vésicule de de Graaf est à peu près constituée avec l'ovule au centre et l'épithélium folliculaire à la périphérie.

Fig. 8. — Éléments d'un ovaire de truie de 25 centimètres.

Fig. 9. — Ovoblastes d'un ovaire de squale (le griset), en voie de développement, avant l'apparition du vitellus nutritif.

Fig. 10. — Œuf du même animal à peu près formé offrant une grosse vésicule germinative, un vitellus granuleux des restes de l'épithélium folliculaire et une paroi propre.

Fig. 11. — Ovoblastes d'un ovaire de truie adulte à différentes périodes de leur développement.

a, b, c, d. Ovoblastes de plus en plus développés.

e. Ovoblaste segmenté sous sa capsule.

Fig. 12. — Ovoblastes d'un ovaire de chate adulte, *a, c, d,* ovoblastes de plus en plus développés.

b. Capsule d'un ovoblaste vidée de son contenu.

Fig. 13. — Éléments d'une tumeur généralisée de l'ovaire (grossissement $\frac{1}{500}$), présentant quelques ressemblances avec de petits ovoblastes.

Fig. 14. — Épithélium folliculaire d'un œuf de poule de 2 centimètres de diamètre.

Fig. 15. — Épithélium folliculaire d'un œuf de squale de 5 millimètres de diamètre.

Fig. 16. — Coupe d'un ovaire de squale montrant la paroi propre du follicule, la membrane vitelline, et, entre les deux, la couche d'épithélium folliculaire. La masse granuleuse en dedans de la membrane vitelline, représente le vitellus nutritif.

CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DU DÉVELOPPEMENT DES DENTS

TROISIÈME MÉMOIRE

DÉVELOPPEMENT

DE

L'ORGANE DENTAIRE CHEZ LES MAMMIFÈRES

Par les Drs Ch. LEGROS et E. MAGITOT

(PLANCHES IX et X.)

DÉVELOPPEMENT DE L'ORGANE DENTAIRE.

L'appareil folliculaire étant constitué morphologiquement, ainsi que nous l'avons déterminé dans le mémoire précédent, est prêt à entrer en fonctionnement, c'est-à-dire à produire les tissus divers dont se compose l'organe dentaire.

Or la dent offre, comme on sait, dans la série des vertébrés, des variations notables de composition anatomique et ces variations représentent autant de différences dans la constitution des follicules formateurs. Il existe même des espèces pourvues d'un appareil dentaire spécial et chez lesquelles il ne se développe pas de follicules dentaires ; tels sont, par exemple, les oiseaux, certains reptiles et quelques cétacés. Chez eux, ainsi que nous l'avons dit ailleurs, la *lame épithéliale* de Kolliker devient directement, par une sorte de transformation cornée de ses élements, un appareil dentaire complet. Dans ces circonstances, les parties qui tiennent lieu de dents ont une composition homogène, c'est-à-dire qu'un seul tissu, l'*épithélium corné*, entre dans leur constitution uniforme.

Mais aussitôt que la dent acquiert une forme définie, sa composition devient en même temps complexe et son développement obéit à des conditions nouvelles. Elle naît alors au sein d'un follicule formateur, lequel recèle à l'état embryonnaire autant d'organes particuliers que la dent future contiendra de tissus différents.

On sait ainsi qu'une dent entièrement développée se compose à la fois de tissus durs et de tissus mous. Les tissus durs sont au nombre minimum de deux : *ivoire* et *cément* ou *ivoire* et *émail*, et un maximum de trois : *émail*, *ivoire cément*. Les tissus mous sont au nombre de deux : *pulpe centrale, périoste périphérique*. Or, chacune de ces parties est exactement représentée dans le sein du follicule.

Sans insister sur cette composition, qui appartient à la description anatomique de la dent, nous nous arrêterons seulement à l'*ivoire*, dont l'existence est constante. Il forme la partie principale et essentielle de tout organe dentaire défini ; il en constitue la masse fondamentale et détermine ainsi la forme de la dent future. C'est, qu'en effet, il reçoit à sa surface extérieure un revêtement qui en suit exactement le contour, tandis que lui-même a reçu sa propre forme de la pulpe centrale. Or, c'est par là qu'une dent est en réalité formée de la superposition de tissus divers sur un moule central et unique, le *bulbe dentaire*.

L'ivoire, d'autre part, n'est pas libre à l'extérieur et sans revêtement ; presque toujours un second tissu lui sert de protection ; tantôt c'est le cément qui l'entoure dans toute sa surface comme cela a lieu dans les défenses de l'éléphant, tantôt c'est à la fois le cément et l'émail, l'émail recouvrant la couronne, le cement la racine, comme pour le plus grand nombre des mammifères (carnassiers, homme). D'autres fois, la double enveloppe d'ivoire et d'émail se recouvre encore d'une couche épaisse de cément qui, après avoir revêtu complètement la couronne, se prolonge sur les racines qu'elle tapisse entièrement. Telles sont les molaires des herbivores.

Enfin, mais plus rarement, l'ivoire est à nu sur une certaine étendue de sa surface. Ainsi les incisives des rongeurs n'ont d'émail qu'à leur face antérieure, la face postérieure est libre.

Quoiqu'il en soit de ces diversités de composition, la seule déduction anatomique que nous voulions en tirer actuellement, c'est que chaque tissu composant une dent quelconque est représenté au sein du follicule par un organe formateur spécial : L'émail a invariablement pour agent producteur l'organe qui porte son nom ; l'ivoire doit son développement au bulbe central et, quant au cément, qui est composé d'éléments osseux, il

État de l'évolution folliculaire aux différents âges de la vie embryonnaire chez l'homme.

ÉTAT DE L'EMBRYON.			DÉSIGNATION DES FOLLICULES.										
			DENTITION TEMPORAIRE					DENTITION PERMANENTE.					
SA LONGEUR du vertex aux talons.	SON POIDS TOTAL	L'AGE correspondant	Incisive centrale.	Incisive latérale.	1re molaire.	2e molaire.	Canine.	Incisive centrale.	Incisive latérale.	Canine.	1re prémol.	2e prémolaire.	1re molaire.
3 centim.	3 gr. à 5 gr. 1/2.	7e semaine.	A cette date on observe au bord des machoires de l'embryon que le bourrelet épithélial et la lame de Kölliker. Les bourgeons des os maxillaires supérieurs et incisifs ne sont pas soudés et l'arc maxillaire inférieur ne contient que le cartilage de Meckel sans aucune trace osseuse. C'est dans le cours de cette septième semaine que se forment successivement, et dans l'ordre de leur désignation, les cordons épithéliaux (organes de l'émail) de la dentition temporaire.					Aucune trace de ces follicules.					
3 à 4 cent.	10 à 12 gr.	9e semaine.	A cette date apparait, en regard de l'extrémité plongeante du cordon épithélial, la première trace du *bulbe*. Cette genèse a lieu à peu près simultanément ou à un jour ou deux d'intervalle pour la série des follicules temporaires.					Aucune trace de ces follicules.					
4 à 6 cent.	15 à 18 gr.	10e semaine.	A ce moment la paroi folliculaire se détache de la base du bulbe pour s'élever sur les côtés. Cette genèse s'effectue dans le même ordre que les précédentes.					Aucune trace de ces follicules.					
15 à 18 cent.	100 à 120 gr.	15e semaine.	La paroi folliculaire continue son évolution. Le bourgeon épithélial commence sa transformation en organe de l'émail.										Apparition du cordon épithélial descendant de la lame
18 à 19 cent.	120 à 180 gr.	16e semaine.	La paroi folliculaire est close; le cordon épithélial est rompu et le follicule est dès lors indépendant de toute connexion avec la muqueuse.					Apparition du cordon épithélial par dérivation du cordon primitif de chacune des dents caduques correspondantes.					
20 à 24 cent.	180 à 220 gr.	17e semaine.	Incisive centrale. Apparition du chapeau de dentine.	Incisive latérale.			Canine. Apparition du chapeau de dentine.						Apparition du bulbe.

21 à 24 cent.	220 à 250 gr.	18e semaine (4 mois).			1re molaire. — apparition du chapeau de dentine.	2e molaire.			Apparition de la paroi folliculaire.
			DIMENSIONS EN HAUTEUR VERTICALE DU CHAPEAU DE DENTINE.						
25 à 27 cent.	280 à 450 gr.	20e semaine.	1mm,5	1mm,5	1mm	1mm	1mm,5	Apparition du bulbe.	Clôture de la paroi et rupture du cordon
32 à 35 cent.	1 kg. à 1 kg., 500.	25e semaine (6 mois).	1mm,9	1mm,9	1mm,4	1mm,9	1mm,9	La paroi folliculaire, apparue après la vingt et unième semaine, a déjà acquis un certain développement.	Apparition du chapeau de dentine.
37 à 39 cent.	1 kg., 500 à 2 kg.	28e semaine (6 mois 1/2).	2mm,4	2mm,4	2mm	2mm	2mm,4	La paroi folliculaire continue son évolution ; le bourgeon épithélial commence sa transformation en organe de l'émail.	Le chapeau de dentine à 0mm,1 à 0mm,2 de hauteur verticale.
40 à 42 cent.	2 kg. à 2 kg., 500.	32e semaine (7 mois 1/2).	2mm,9	2mm,9	2mm,4	2mm,4	2mm,9	Continuation des mêmes phénomènes évolutifs.	Les chapeaux de dentine qui recouvrent les sommets bulbaire sont soudés.
44 à 47 cent.	2 kg., 500 à 3 kg.	36e semaine (8 mois 1/2).	3mm	3mm	2mm,8	2mm,8	3mm	Continuation des mêmes phénomènes évolutifs.	Le chapeau de dentine à 0mm,8 à 1mm de hauteur verticale.
45 à 52 cent.	3 kg. à 3 kg. 500.	39e semaine (9 mois).	3mm,5	3mm,5	3mm	3mm	3mm,5	Clôture de la paroi folliculaire. (Le chapeau de dentine n'est pas apparu ; sa genèse n'a lieu que dans le premier mois qui suit la naissance.)	Le chapeau de dentine à 1mm à 2mm de hauteur verticale.

obéit dans son développement aux phénomènes ordinaires de l'ossification en général.

Une autre remarque préalable nous paraît utile à formuler, c'est que de ces divers tissus composants, il en existe deux qui, lorsqu'ils coexistent, ont un développement simultané et en quelque sorte solidaire. C'est l'*ivoire* et l'*émail*. Ajoutons que les dents ainsi constituées sont les plus nombreuses. C'est la dent élémentaire, le type primordial ou, si l'on veut, l'*unité dentaire*. Un sommet simple de couronne se forme tout d'abord, c'est le *chapeau de dentine* et, dès la première trace de son apparition, il est composé d'un petit cône d'ivoire revêtu de son capuchon d'émail. Ce petit chapeau primitif grandit peu à peu, envahissant toute la surface du bulbe. Simple pour les dents unicuspidées, il s'étend d'une manière progressive et régulière en suivant invariablement dans son accroissement la surface du bulbe sous-jacent. Multiple pour les dents à plusieurs tubercules, il se forme par soudure des divers cônes ou chapeaux primitifs.

Les conditions générales de formation du chapeau primitif, l'époque d'apparition, les phases successives du développement présentent, pour chaque espèce animale et dans l'état physiologique, une fixité assez grande pour que nous ayons pu naguère invoquer ce témoignage à l'effet de déterminer l'âge de l'embryon au point de vue médico-légal (1). Ces documents trouvent naturellement leur place ici, car ils ont avant tout une signification physiologique en fixant chez l'homme les époques de début et les phases successives du phénomène (Voir le tableau ci-contre).

L'ordre dans lequel apparaissent pour la première dentition les traces initiales des couronnes sous la forme de chapeaux de dentine est à peu près le même que celui qui détermine l'éruption de ces mêmes dents aux premiers mois de la vie. Ainsi nous avons vu que les chapeaux de dentine des incisives et de la canine se montraient à peu près simultanément tandis que les chapeaux des deux molaires apparaissaient huit jours environ après les premiers.

Quant à la couronne de la première molaire permanente qui effectue sa sortie bien avant la série de la 2e dentition, elle se

(1) Comptes rendus de l'Acad. des sciences. 1874. Séance du 17 avril.

montre, comme on voit dans le tableau, à la 23e semaine c'est-à-dire plus d'un mois après le chapeau dentinaire de la première dentition (1).

Abordant maintenant le problème du développement des tissus composant la dent proprement dite, nous étudierons successivement les phénomènes suivants :

1° Développement de l'ivoire.

2° Développement de l'émail.

3° Développement du cément.

4° Formation du périoste alvéolaire.

Nous ne parlons pas ici comme on peut le voir du développement de la pulpe, cet organe n'étant autre chez l'adulte, où il occupe le centre de chaque dent, que le bulbe embryonnaire qui persiste sans modification sensible de constitution et conservant d'ailleurs pendant toute la vie sa fonction initiale, la formation de l'ivoire.

§ 1. — **Développement de l'ivoire.**

L'ivoire est la première partie dure qui apparaît au sein des organes mous et friables qui constituent le follicule dentaire.

A l'époque indiquée pour chaque follicule en particulier, on voit naître sur un lieu fixe et invariable qui est le point culminant du bulbe et sur la ligne de démarcation qui sépare ce dernier de l'organe de l'émail, un point noir et opaque ayant la forme d'un petit cône creux (d'où le nom de *chapeau de dentine*). Sur les bulbes unicuspidés comme celui de la canine, un chapeau unique apparaît au sommet ; pour les dents à saillies multiples, un nombre égal de chapeaux se montre sur chaque sommet. Le bulbe des incisives se recouvre ainsi primitivement de trois petits cônes qui naissent sur les trois saillies du bulbe, pour se réussir plus tard par leur base, et donner au bord tran-

(1) Ce problème avait déjà préoccupé Blake et Meckel (voy. Blake on the structure and formation of the teeths Dublin, 1801, in-8, p. 1, et Meckel Beitrag zur Entwicklung geschichte der menslichen Zähne. Archiv. fur Physiologie, Berlin, in-8°, 1817, t. III, p. 563). Les deux anatomistes avaient cherché à déterminer l'apparition des *points d'ossification* des différentes dents, l'ordre était suivant eux celui-ci : 1° incisive médiane ; 2° la molaire antérieure ; 3° l'incisive latérale ; 4° la canine ; 5° la molaire postérieure. Ils s'accordent aussi pour désigner le 4e mois comme date d'apparition du premier follicule des dents permanentes ce qui diffère un peu de nos observations lesquelles nous ont montré le follicule de la première molaire permanente, clos seulement au 3e mois.

chant de la couronne cet aspect dentelé qui s'efface par les progrès de l'âge. Pour les molaires, le phénomène est analogue et chaque saillie bulbaire reçoit un chapeau qui se soude rapidement à ses voisins.

Or le point culminant du bulbe où se montre la première trace d'ivoire est représenté par cette couche de matière amorphe hyaline qui a été si souvent, et bien à tort considérée comme une membrane (*membrane préformative* du bulbe). Cette matière amorphe renferme les cellules de l'ivoire ou *odontoblastes* de nature épithéliale, rangées parallèlement entre elles et perpendiculairement au bord libre du bulbe. Ces cellules sont, comme on l'a vu, composées d'un corps et de deux prolongements, l'un périphérique qui se dirige vers la superficie du bulbe, l'autre central qui se relie aux cellules du *substratum* et par elles aux extrémités nerveuses du réseau sensitif du bulbe.

C'est *autour du prolongement périphérique ou queue des odontoblastes* que se produit l'ivoire :

Des matériaux calcaires qui surabondent dans la pulpe à cette époque de l'évolution subissent une élaboration particulière de la part des cellules de l'ivoire elles-mêmes. Cette élaboration donne naissance à une matière homogène transparente qui, molécule à molécule, se dépose autour du prolongement périphérique lequel représente l'axe de canalicule.

L'examen attentif de la composition du bulbe à cette époque montre que (Pl. IX, fig. 2) :

1° Au delà de la couche des odontoblastes, le tissu du bulbe n'offre d'autres particularités nouvelles qu'une suractivité circulatoire, congestion vasculaire, grains d'hématoïdine etc., et une surabondance de matériaux calcaires (grains phosphatiques) (*a*).

2° Au niveau de la couche des cellules, celles-ci ne subissent aucune modification de leur substance, aucun changement d'aspect (*b* et *c*).

3° Au delà de la rangée des cellules et dans les intervalles des prolongements filiformes, des masses calcaires, dures et transparentes se sont produites (*d*).

Il résulte de ces faits que l'ivoire n'apparaît à l'égard de la couche des odontoblastes que sur un point fixe et spécial, le *pourtour des prolongements périphériques*. Cette détermination présente une importance très grande au sujet de la solution de

ce point de physiologie, car les anatomistes sont jusqu'à présent fort divisés sur la question du mécanisme de cette formation.

Ainsi les auteurs anciens sont presqu'unanimes pour considérer l'ivoire comme un produit de sécrétion du bulbe, idée qui a d'ailleurs été reprise dans ces dernières années par Kolliker, Lent, Hertz, etc.

Une autre doctrine défendue aujourd'hui avec conviction par des anatomistes de premier ordre, Waldeyer, Frey, Boll, Lionel Beale, les deux Tomes regardent l'ivoire comme le produit de la transformation directe des odontoblastes.

Dans un travail français dont l'un de nous était collaborateur (1), cette seconde théorie a été déjà longuement développée et enfin adoptée. Il a donc fallu que nos recherches modernes nous aient conduit à des résultats bien différents, puisque nous venons de dire qu'à une époque quelconque de la formation de l'ivoire, la couche des odontoblastes ne subit aucune transformation de sa substance.

En effet notre conviction actuelle est que l'ivoire est un ***produit d'élaboration des cellules de la dentine***, produit spécial, homogène et dans la constitution duquel les cellules elles-mêmes jouent un rôle constant, puisque d'une part les prolongements périphériques occupent les canalicules, non seulement au début de la formation mais durant toute la vie, et que d'autre part les cellules persistent indéfiniment à la couche profonde de l'ivoire, accomplissant sans cesse la même fonction : la production de l'ivoire.

D'après cette manière de voir, on sera tenté de nous ranger parmi les auteurs qui considèrent la dentine comme un produit sécrété ; nous repoussons cette doctrine. Dans l'état actuel de nos connaissances physiologiques, tout produit sécrété perd ses connexions avec le tissu qui lui a donné naissance : il est en réalité rejeté par lui ; il lui devient étranger, quel que soit d'ailleurs son rôle futur. En outre, sa composition physique, ses propriétés chimiques sont fixes et invariables. Or, comment dès lors comparer la dentine à un produit secrété, en présence d'un tissu rempli par un faisceau fibrillaire très serré et très fin

(1) Robin et Magitot, *Journal de Physiologie* de Brown Séquard, 1860-61, p. 663 et suiv.

constitué par les prolongements de cellules subdivisés et anastomosés, alors que cette substance est douée d'un mouvement continu de rénovation moléculaire, et qu'elle est pourvue de sensibilité propre puisque les filaments sont des agents directs d'impression tactile ?

De telles conditions n'appartiennent pas à un produit sécrété. La dentine est un tissu spécial, ayant une constitution anatomique et un rôle physiologique uniformes dans la série des vertébrés. Elle se forme à la surface de la couche des cellules épithéliales qui tapissent le bulbe, enfermant et conservant dans sa substance une partie de celles-ci ; tissu sans autre analogue dans l'économie animale, vivant, sensible et modifiable dans ses propriétés diverses par l'âge et les circonstances accidentelles ou morbides.

Il n'y rien là qui puisse rapprocher un tel tissu de ce qu'on entend d'ordinaire comme *produit sécrété*.

La première couche d'ivoire qui a englobé les prolongements d'un groupe de cellules au sommet bulbaire, repose donc, par sa face concave, sur le corps même de ces cellules, dont elle est d'ailleurs, grâce à la pénétration des prolongements, inséparable sans déchirure. Sa surface convexe, au contraire, est libre et ne s'accroît plus extérieurement, car c'est toujours de dehors en dedans que s'effectue le développement du chapeau de dentine. D'autre part, cette surface convexe reçoit, ainsi que nous le verrons plus loin, les prismes de l'émail, lesquels, aussitôt qu'est formée la première couche de dentine, viennent se fixer à sa surface. Une adhérence intime s'établit ainsi entre les deux tissus, dès le début du développement et jusque chez l'adulte, où se retrouvent, à la surface extérieure de l'ivoire, les impressions en mosaïque des extrémités des prismes de l'émail.

Le phénomène de formation de la dentine qui s'est produit, comme on vient de le voir, autour des filaments des premières cellules, se poursuit et s'étend sur les côtés aux cellules voisines, de sorte que le chapeau primitif s'épaissit à la fois en surface à sa base, et en épaisseur à son centre. De cette façon, le bulbe se trouve peu à peu envahi et recouvert par une coque de dentine dont l'incessant accroissement réduit d'autant, et d'une façon progressive, le volume du bulbe. Celui-ci arrive ainsi peu à peu à se trouver enfermé dans une cavité close, la *cavité de*

la pulpe, laquelle ne conserve plus tard d'autre relation avec les tissus ambiants que par les canaux radiculaires qui laissent passer les vaisseaux et nerfs nourriciers de l'organe. Mais le fait sur lequel nous ne saurions trop insister c'est que, à toute époque quelconque de développement, aussi bien chez l'embryon que chez le vieillard, tant qu'on retrouve au centre d'une dent une pulpe vivante et saine, on obsérve à sa surface la couche invariable des cellules épithéliales propres ou odontoblastes dont les ramifications sont incluses dans le scanalicules et entretiennent au sein de l'ivoire la vie et la sensibilité (1).

Quoi qu'il en soit, il nous reste à dire un mot du mode de développement des canalicules qui sillonnent, comme on sait, la substance fondamentale de l'ivoire.

Les canalicules, tels qu'ils ont été décrits de tous temps par les auteurs, ne doivent pas être considérés comme réels et indépendants; ils sont, an contraire, absolument fictifs et ne se montrent avec les apparences de tubes creux qu'à l'état sec, alors que la destruction de la fibrille leur a donné cet aspect purement artificiel.

Sur la dentine vivante, à l'état frais, les canalicules sont occupés et remplis par les prolongements fibrillaires des odontoblastes, et qui sont désignés sous le nom de fibrilles de Tomes, du nom de l'anatomiste qui les a découvertes.

Il serait donc plus exact de considérer la dentine comme composée d'une *masse fondamentale* dure et d'un *faisceau de filaments* déliés renfermés dans la précédente. Les fibrilles sont d'une ténuité extrême, et, comme elles remplissent exactement les canalicules et leurs ramifications, elles ont la dimension même de ceux-ci, c'est-à-dire de $0^{m},001$ à $0^{m},003$, très difficiles à voir sur les coupes de l'ivoire, chez les animaux supérieurs; elles sont très nettement visibles dans les canalicules des dents des poissons en général (Pl. X, fig. 4, *b*, *c*). Les tubes sont alors plus larges et la dessication donne à la fibrille un contour plus net et une apparence de nodosités qui les fait ressembler à un

(1) Il faut dire toutefois, que les cellules sont bien moins volumineuses chez l'adulte que chez les sujets jeunes. Elles sont même parfois fort difficiles à observer chez le vieillard, et il faut toujours employer pour les découvrir un fort grossissement. C'est là ce qui explique comment nous avons pu, à une autre époque, nier leur persistance chez l'adulte, et admettre que l'ivoire était dû à leur tranformation directe (Voir Robin et Magitot, *loc. cit.*, p. 671).

petit chapelet renflé de distance en distance et isolé au centre d'un tube creux.

On voit par là que les canalicules dont la description figure dans tous les traités d'histologie, n'existent pas à proprement parler : On n'est point autorisé en effet à les considérer comme des tubes véritables parcourant la substance de la dentine car ils n'apparaissent sous cet aspect que par suite de procédés artificiels, soit la dessication après la mort, soit sur le vivant, la destruction de la pulpe centrale qui entraîne fatalement la gangrène des fibrilles. Sur une dent vivante en effet ou dans une coupe de dentine fraîche préparée sous l'eau, les canalicules sont très difficiles à apercevoir par la raison bien simple qu'ils n'existent pas et que les seules parties qu'on rencontre sont les filaments ou fibrilles incluses dans la masse de la dentine. Mais aussitôt que la préparation est restée exposée à l'air et desséchée, l'aspect des fibrilles change; elles deviennent noires et opaques et c'est de leur rétraction cadavérique que résulte en réalité la formation du canalicule.

C'est d'après ces idées que l'un de nous a tracé ailleurs une description particulière de la structure de l'ivoire qui serait composé de deux éléments essentiels : 1° la substance fondamentale; 2° les fibrilles qui la parcourent. C'est là très exactement, la constitution normale de la dent vivante et c'est pour avoir décrit les caractères de l'ivoire mort sur des dents séparées de l'économie et desséchées qu'on a affirmé sa structure canaliculée laquelle est, nous le répétons encore, un fait artificiel (1).

Ces idées que nous venons d'émettre sur la nature de l'ivoire paraîtront sans doute bien éloignées des opinions courantes. Elles sont assurément nouvelles car, depuis la découverte des prétendus canalicules, tous les auteurs sans exception les décrivent comme des canaux creux, remplis d'un liquide qu'on a même eu la prétention d'analyser, dont on a donné les réactions et qui renfermerait des substances diverses, terreuses et autres (2).

(1) Voir à cet égard : Magitot, *Structure et développement du tissu dentinaire dans la série animale*. Comptes rendus et Mémoires de l'académie des sciences, 1880, séance du 31 mai.

(2) Les canalicules dentaires ont été découverts par Leeuwenhock (Observations faites au microscope sur la structure des dents, des os, de l'ivoire, des cheveux. Phi-

Quoi qu'il en soit, et pour rester conforme à notre présente manière de voir, nous aurons à décrire la disposition qu'acquièrent les fibrilles, leurs ramifications, leurs anastomoses, leurs modes de terminaisons. Cette description tiendra lieu de celle du développement des canalicules à laquelle nous la substituons.

Or, on a vu que les cellules de la dentine ou odontoblastes présentent dans leurs prolongements perphériques, des subdivisions en forme d'arborescences véritables, de tous points comparables aux divisions d'un rameau nerveux par exemple. Dans l'examen qu'on fait d'une préparation de cellules arrachées à la face profonde d'un chapeau de dentine, les ramifications sont fort courtes; les subdivisions sont rares, mais si l'on observe attentivement les extrémités de ces divisions, on reconnaît qu'elles sont le plus souvent coupées nettement et brisées par l'arrachement. On n'aperçoit donc pas ainsi leurs terminaisons ou extrémités effilées et fermées.

Il n'en sera pas de même si on procède d'une autre manière : Qu'on étudie par exemple sur une masse d'ivoire et de pulpe traitée par les acides faibles, une coupe microscopique comprenant à la fois la couche profonde du chapeau dentinaire et la rangée des odontoblastes dans leurs rapports réciproques et *in situ* (pl. 2 *d*, et fig. 3, 4 et 5) on saisira la continuité abolue

losophical transactions; London, 1678, nº 140, p. 1002, in-4º). Dans une lettre, datée du 14 avril 1687. il dit : « *Tubulos exiles dentem conficientes, originem suam habere in cavitate dentis, ac finire in circumferentiam usque ejusdem.* Il les décrit chez l'homme, l'éléphant, le porc, le cheval et le bœuf. (*Continuatio epistolarum*, etc... Lugduni Batavorum, 1696, in-4º, t. I ou II, selon les exemplaires, pl. 1, fig. 4). Il ne décrit que les troncs rectilignes et parallèles. Ce n'est que beaucoup plus tard, en 1835, que Purkinge les décrivit de nouveau, ainsi que leurs ramifications (Dans Fraënkel. *De penitiori dentium humanorum structura observationes*, Vratislaviæ, 1835, in-4º). Suivant Henle, les canalicules formeraient presque partout, dans leur trajet de la cavité dentaire à la surface extérieure, trois grandes inflexions : la première, près du centre, à concavité tournée vers la surface triturante de la dent; la seconde, à concavité dirigée vers la racine, et la troisième, à concavité tournée comme la première (Henle, *loc. cit.*, p. 428). Outre ces trois grandes ondulations, Retzius décrit, dans le cours des canalicules, un grand nombre de petites courbures placées à la suite les unes des autres, et dont il dit avoir trouvé jusqu'à 200 sur la longueur d'une ligne. Il décrit aussi la paroi des tubes, envisagée de diverses manières depuis lors, et il les a considérées comme une espèce particulière de vaisseaux contenant un liquide sécrété par la surface de la pulpe différent aux diverses périodes de l'existence (p. 560), et sur les pièces sèches une substance terreuse inorganique soluble dans les acides étendus, et déjà vue par Müller (p. 497). (Retzius, *Bemerkungen über den innern Bau der Zähne, mit besonderer Rücksicht auf den im Zahnknochen vorkommenden Rœhrenbau*, Müller's *Archiv für Anat. und Physiol*, Berlin, 1837, in-8º, p. 486-497, 508 et 560).

entre les cellules de l'ivoire et la totalité du faisceau de fibrilles qui, dans la dentine ramollie et gélatiniforme, semblent flotter comme une masse chevelue.

Cette méthode est excellente pour étudier et suivre les diverses particularités des fibrilles.

Elles apparaissent ainsi comme un pinceau ayant pour base la paroi de la cavité de la pulpe et s'étalant dans toute l'étendue de l'ivoire. Si l'on considère un de ces faisceaux, on remarque d'abord qu'il décrit dans son parcours un certain nombre d'ondulations assez régulières. Ces ondulations qui modifient l'indice de réfraction, donnent l'apparence de lignes générales limitant des couches parallèles et concentriques, *lignes de contour* de Richard Owen et qui ont fait admettre que l'ivoire était formé par couches superposées d'égale épaisseur.

Outre ces ondulations, il faut expliquer la production des anastomoses multiples qui parcourent le tissu de l'ivoire. Ces anastomoses présentent toutes les variétés. Tantôt penniformes elles se jettent directement dans les ramifications analogues d'une fibrille voisine, tantôt c'est un rameau isolé qui se détache transversalement à angle droit et se rend directement à la fibrille la plus proche. D'autres fois le rameau franchit sans y pénétrer une ou plusieurs fibrilles voisines et va se jeter dans la troisième ou la quatrième.

Cependant la disposition la plus commune est celle d'arborisation ordinaire, ramifications subdivisées dont les extrémités terminales aboutissent à la périphérie de l'ivoire sous forme de renflements de dimensions diverses. Ces renflements qui ont été étudiés ailleurs, s'anastomosent eux-mêmes réciproquement par un système de petits filaments rayonnants et prennent sous le microscope l'aspect qui a été désigné sous le nom de *réseau anastomotique* des canalicules dentaires. Dans la théorie que nous formulons aujourd'hui ces renflements qui appartiennent à l'ensemble du système fibrillaire de l'ivoire doivent être regardés non plus comme des lacunes anastomotiques, mais comme de petites dilatations de la fibrille, sortes de renflements, ayant tous les caractères de véritables cellules.

Il suit nécessairement de ce qui précède que le développement de ces anastomoses quelconques, de ces renflements, de toutes les dépendances enfin des fibrilles de l'ivoire obéit au

même mécanisme de formation que le tronc principal représenté par la queue de la cellule de l'ivoire. Ces divisions préexistent dans le prolongement caudal et au moment où s'accumulent les matériaux de la dentine, ceux-ci se groupent et se disposent autour de la fibrille, quels que soient d'ailleurs le nombre, la direction et les dispositions secondaires de celle-ci.

Il faut donc, suivant nous, renoncer désormais à considérer l'ivoire comme creusé de canalicules pourvus de paroi propre et contenant un liquide d'imbibition chariant des matériaux de nutrition : Aucune préparation fraîche traitée par les réactifs qui permettent de décéler la présence de pellicules membraneuses, n'autorise une telle supposition : Sur une coupe de dentine ramollie par les acides, la fibrille qui flotte dans la masses a exactement les dimensions et les caractères que les auteurs ont assigné ordinairement aux canalicules eux-mêmes, et si l'on ajoute des réactifs coagulants énergiques et en même temps colorants, tels que l'acide chromique, le chlorure d'or, etc., on ne parvient pas à discerner l'un de l'autre la paroi et la fibrille, cette dernière en représentant donc réellement à la fois l'axe et le contenu. D'ailleurs toutes les réactions indiquées pour la démonstration de la prétendue paroi propre des canalicules s'appliquent exactement à celles de la fibrille (1). D'autre part, à l'examen attentif d'une préparation sèche dans laquelle le canal apparaît, par le fait seul de la dessication de la fibrille, on observe que tout le système de canalisation ainsi réalisé artificiellement est devenu noir par l'entrée de l'air et contient des granulations informes, détritus noirâtres, qui avaient souvent attiré l'attention des observateurs et qui ne sont autre chose que les débris de fibrilles réduites à l'état de poussières amorphes.

La formation de l'ivoire par l'accumulation régulière des matériaux calcaires qui en constituent la partie fondamentale se poursuit ainsi progressivement, non seulement pendant toute la période active de l'évolution de la couronne, mais encore durant toute la vie. Seulement, dans la période folliculaire, les phénomènes revêtent une grande activité, tandis que chez l'adulte ils sont très lents. Toutefois, ils n'ont comme limite que la vieillesse et l'envahissement complet de la cavité de la

(1) Voir *Robin et Magitot*, *loc. cit.*, 1860, p. 674.

pulpe. C'est ainsi que s'établit, aussi bien pour l'homme que pour les autres animaux ce fait du développement continu de l'ivoire : Or, tandis que chez certaines espèces, comme les rongeurs, ce développement continu, justifié par l'usure rapide des dents se manifeste par l'allongement incessant de la couronne, il se confine, pour les dents à racines fermées, à l'intérieur même de la cavité centrale ; mais le phénomène est partout identique.

Quoi qu'il en soit ce travail de formation de l'ivoire n'est pas toujours régulier et continu. Il est soumis à certaines perturbations qui constituent en réalité des accidents de l'évolution et relèvent conséquemment du domaine des anomalies (1), mais leur fréquence est assez grande pour que nous devions leur consacrer une étude spéciale. Nous voulons parler du mécanisme de production des *globules de dentine* et *des espaces interglobulaires.*

Lorsque le développement de la dentine est en pleine activité et que les couches successives de matière se déposent molécule à molécule autour du filament caudal des odontoblastes et de ses divisions, le tissu se forme régulier et homogène. Il se poursuit ainsi tant qu'aucune perturbation quelconque ne survient soit dans le fonctionnement local des follicules, soit dans le système nerveux central, qui tient sous sa dépendance les phénomènes généraux de la nutrition.

C'est dans ces conditions qu'apparaît chez l'adulte la dentine normale au sein de laquelle l'observateur ne constate absolument que la substance homogène et les fibrilles qui la parcourent. Mais qu'un trouble, même léger, survienne soit dans la follicule, soit dans l'état général du sujet, immédiatement le développement de l'ivoire est modifié : La matière éburnée, au lieu de se déposer par un travail continu et insensible, se forme par masses globuleuses, sphéroïdales ou ovoïdes d'un volume très variable ($0^{mm},004$ à $0^{mm},03$). On les appelle *globules de dentine*. Ces masses, en raison même de leur forme, ne peuvent plus constituer une couche régulière d'ivoire. Leurs rapports réciproques ne peuvent s'effectuer que par des points tangents

(1) Voir *Magitot*, *Traité des Anomalies du système dentaire chez les mammifères*, in-4°, 1877, p. 255 et pl. XVI, fig. 11, 12, 14 et 16.

et il en résulte immédiatement la production d'espaces irréguliers circonscrits par les surfaces courbes des globules et qui sont connus sous les noms d'*espaces interglobulaires*.

La production des globules de dentine n'est donc pas un phénomène normal, mais une *anomalie de nutrition*. C'est à ce titre que cette question figure dans l'histoire des anomalies générales de l'appareil dentaire (1). Cette disposition est toutefois très fréquente, ce qui prouve que des influences mêmes fugaces et faibles, sont susceptibles de la produire. Dans les cas où une perturbation sérieuse survient dans la formation intra-folliculaire, la production de masses globuleuses au sein de l'ivoire coïncide avec des perturbations analogues et concomitantes dans la formation de l'émail, et ce dernier renferme alors des stries, des zones de suspension de production qui donnent extérieurement à la couronne l'aspect des dents frappées d'*érosion*. Nous n'insisterons pas ici sur l'étude du mécanisme de l'érosion, elle a été développée longuement ailleurs (2); disons seulement que la présence de la dentine globuleuse est beaucoup plus fréquente que les stries ou sillons

(1) Les circonstances qui donnent lieu à ces productions globulaires sont diverses, tantôt locales, tantôt générales. Les causes locales sont les blessures des follicules qui apportent à son fonctionnement normal des perturbations plus ou moins profondes. Ce mécanisme ne saurait être nié, car nous l'avons réalisé d'une manière complète dans une série d'expériences qui n'ont pas été publiées, et dont le résumé doit prendre place ici :

Sur des chiens nouveau-nés, nous avons pratiqué des lésions de follicules en plein fonctionnement, et cela par des piqûres simples les traversant de part en part ou par des dilacérations de la paroi folliculaire. Dans certains cas, les désordres produits étaient tels qu'une inflammation violente s'est emparée des follicules et qu'il s'en est suivi une destruction purulente complète. Dans les cas de blessures plus légères, le fonctionnement des follicules a été plus ou moins profondément troublé, et il s'est produit dans le développement de la dentine en particulier une quantité considérable de globules et d'espaces interglobulaires qui avaient tous les caractères de ceux qui se rencontrent accidentellement dans les coupes de l'ivoire. Ce premier résultat démontrait péremptoirement la nature tératologique de ces masses globuleuses. D'autre part, l'émail dont la formation est simultanée à celle de l'ivoire avait éprouvé ces perturbations de direction et de disposition des prismes dans lesquelles ceux-ci sont irrégulièrement enchevêtrés, et parfois en forme de spirales ou de tourbillons. Mais ce n'est pas tout : lorsque la lésion a été plus intense, sans provoquer cependant la suppression du travail formateur, nous avons pu assister à la formation artificielle d'un véritable odontome. C'est ainsi qu'un follicule de canine chez un chien nouveau-né, dilacéré par une aiguille et abandonné ensuite à lui-même, a donné naissance à une masse informe dans laquelle les tissus de l'ivoire et de l'émail étaient diversement groupés et dans les mêmes dispositions anormales et bizarres qui se retrouvent dans les odontomes coronaires spontanés. Nous n'insisterons pas davantage sur ce fait, car notre seul but est de prouver qu'en réalité les masses globuleuses de la dentine sont des productions tératologiques.

(2) *Traité des anomalies du système dentaire, loc. cit.*, p. 259.

de l'émail, dont la coexistence n'est pas par conséquent un fait constant. Il semble dès lors que les troubles du fonctionnement des odontoblastes, soient plus faciles à produire que ceux de la couche des cellules de l'émail, et en tous cas, il est digne de remarque que la présence des globules dans la dentine n'apporte aucune modification sensible à la direction et au trajet des fibrilles. Celles-ci en effet continuent leur parcours régulier, de sorte qu'elles traversent ainsi les globules ou les espaces interglobulaires indifféremment. Les globules présentent, par leur forme même, un indice de réfraction tout différent de la dentine normale, et d'autre part, les *espaces interglobulaires* représentent des lacunes tantôt remplies par un épanouissement de la substance de la fibrille, tantôt par un dépôt même de dentine réparatrice, mais cette dentine supplémentaire est généralement plus granuleuse, ce qui contribue avec les différences de réfraction à donner à ces espaces un aspect tout spécial. En outre, le dépôt de dentine dont ils sont le siège s'accroît souvent, de telle sorte que l'espace d'abord vide ou rempli d'une matière imparfaite, s'efface dans la suite et disparaît. C'est ce phénomène que nous avons appelé *réparation des espaces interglobulaires.* Dans aucun cas, ces espaces ne sont vides, et si Czermack, qui les a décrits le premier (1) les croit remplis d'air, c'est qu'il les a observés sur des préparations sèches, dans lesquelles la dessication du contenu a donné cette apparence. Ch. Tomes (2) qui les a soigneusement étudiés, les croit pleins d'une matière molle facilement envahie dans le cours de la maladie appelée *carie* par les filaments de *Lepthothrix* auxquels il fait jouer sans doute un rôle important dans la marche de cette affection.

§ 1. — Synthèse du développement de l'ivoire. Discussion des théories.

De l'ensemble des considérations anatomiques qui précèdent, il ressort, que dans notre opinion, l'ivoire ou dentine se forme par l'accumulation à la surface extérieure de la couche des

(1) *Beitrage sur mikroscopischen Anatomie der menschlichen zähne, zeistschrift fur Wissenschaftliche zoologie.* Leipzig, 1850, in-8°, t. II, pl. XVII et XVIII, p. 295.

(2) *Dental anatomy*, trad. française de Cruet. Paris, 1880, in-8°, p. 73.

odontoblastes d'une matière organo-minérale (1), qui est le résultat de l'élaboration des cellules elles-mêmes.

Cette matière ainsi formée se dépose par un phénomène insensible et continu autour du prolongement caudal ou périphérique de chacune des cellules, ainsi qu'autour de ses divisions et subdivisions lesquelles servent à la fois de squelette ou d'axe au groupement de ces molécules.

Si nous cherchions une analogie qui frappe l'esprit, nous dirions que ce phénomène peut se comparer au mécanisme qui dépose sur la tige ramifiée d'une plante, plongée dans une source calcaire pétrifiante, les particules de matière qui entourent et enferment, par une précipitation continue, la tige centrale et toutes ses subdivisions.

Lorsque les progrès du développement amènent l'épaississement de la première lame de dentine formée, le prolongement de l'odontoblaste subit un allongement équivalent, tandis que d'autre part le tissu du bulbe sous-jacent à la couche des odontoblastes éprouve un retrait proportionnel. Ainsi se produisent deux phénomènes inverses et concomitants : d'une part l'épaississement du chapeau de dentine, d'autre part la réduction de volume du bulbe.

Le prolongement caudal, devenu axe de développement de la dentine, persiste dans l'intérieur de la masse d'une manière permanente et indéfinie. C'est lui qui a été décrit chez l'adulte sous le terme de *fibrille de Tomes*.

Les fibrilles de Tomes, dont l'ensemble constitue le faisceau d'arborisation qui parcourt la dentine normale, constituent donc avec la matière fondamentale les seules parties composantes de ce tissu.

En dehors de ces deux éléments *fibrilles* et *masse homogène*, il n'y a place pour aucune autre partie : Les canalicules, dans la composition de l'ivoire, sont de formation artificielle et résultent de la dessication pure et simple de la fibrille.

Aucune préparation, quels que soient les réactifs employés, ne permet de déceler la présence d'une prétendue paroi propre des canalicules. On n'arrive dans aucun cas à discerner à la fois sur une préparation fraîche ces divers éléments. La fibrille

(1) La proportion de la matière organique dans l'ivoire est environ d'un tiers.

remplit exactement le canalicule qu'elle accompagne rigoureusement dans tout son parcours. La prétendue paroi que décrit Tomes (1), et qu'il figure sur une coupe transversale résulte d'une illusion d'optique qui montre par réfraction les deux orifices superposées du même tube vidé de son contenu. Nous n'avons jamais pu réaliser non plus la préparation par laquelle Boll croit avoir vu sur une coupe transversale brisée les gaînes des tubes surajustées à la fibrille qui en formerait le centre (2).

C'est cependant d'après ces idées que Tomes décrit dans la dentine formée trois parties distinctes : 1° la substance fondamentale parcourue par des tubes; 2° les parois propres de ces tubes ou gaînes de Neumann; 3° les fibrilles contenues dans ceux-ci. La réaction, qui consiste à soumettre une coupe longitudinale de dentine à l'action de l'alcool bouillant qui détruit le contenu des tubes, ne nous a jamais permis de voir nettement une paroi propre indépendante du canal devenu libre par la destruction du contenu. C'est toujours le contour même du canalicule qui produit l'illusion d'une gaîne distincte laquelle, sur aucun point, ne nous a paru démontrable. Cette même illusion a trompé Hope (3), qui a cru voir la gaîne des tubes dans des coupes de dents fossiles.

La présence des fibrilles ramifiées dans la masse de l'ivoire n'est en tous cas l'objet d'aucune contestation. Aujourd'hui Kolliker, Lent, Waldeyer et Neumann sont d'accord sur ce point, et il est surprenant que Lionel Beale, qui a surabondamment démontré ce fait, figuré de plus par lui d'une manière saisissante, n'a point reconnu la présence de la gaîne de Neumann.

Les préparations que nous avons personnellement étudiées, et dont quelques-unes ont été dessinées (v. pl. IX, fig. 3, 4, 5), montrent d'ailleurs *in situ* les diverses parties composantes de l'ivoire qui n'apparaissent nettement et sans cause d'erreur que sur une coupe longitudinale portant simultanément sur la dentine ramollie et le tissu du bulbe maintenu dans ses rapports normaux avec le précédent.

Dans ces conditions que résume complètement la figure 3,

(1) *Dental anatom.*, traduction française, *loc. cit.* p. 67, fig. 25.
(2) Untersuchungen über die zahnpulpa (arch. f. micr. anat. 1868, p. 312).
(3) Wuurzburg nat Zeitschrift. Bd VI, p. 11.

planche IX, on voit à un très fort grossissement, à l'aide de l'objectif à immersion :

1° La couche des odontoblastes dont les prolongements pénètrent dans la lumière des canalicules (*b*) ;

2° La masse de l'ivoire transparente et homogène (*a*).

On ne distingue point ni directement, ni sous l'influence des réactifs, l'existence d'une paroi quelconque que d'ailleurs les faits du développement ne sauraient expliquer, car on ne peut admettre que le prolongement cellulaire puisse former à la fois la fibrille centrale et la gaîne à laquelle les auteurs attribuent une nature tout à fait différente de la fibrille elle-même ainsi que des réactions opposées.

La dentine devra donc être considérée et décrite comme un tissu purement fibrillaire, l'ensemble des fibrilles et de leurs ramifications étant inclus dans une masse durcifiée dont elles sont physiologiquement inséparables, et à laquelle elles adhèrent sans interposition d'aucune substance ou paroi quelconque.

§ 2. — Développement de l'Email.

L'apparition des premiers éléments de l'émail a lieu simultanément avec la formation de la première couche de dentine. Le point exact où elle se produit est la *surface convexe du chapeau de dentine*. Or le chapeau se formant dans l'interstice qui sépare le bulbe de la couche des cellules de l'émail, c'est donc précisément à la face profonde de cette couche de cellules qu'apparaissent les premières traces de l'émail.

D'autre part, chaque cellule de l'organe de l'émail étant, comme on sait, pourvue d'un plateau, c'est à la face interne de celui-ci qu'on voit transsuder, de la manière la plus positive, la substance de l'émail. Chaque cellule élabore les matériaux nécessaires à la formation d'un prisme : Les premières cellules qui entrent en fonctionnement sont celles qui répondent au sommet même du chapeau dentinaire et de la sorte la contiguité entre le plateau des cellules de l'émail et la surface du bulbe se trouve rompue à la fois par la formation de la dentine et par celle de l'émail qui la recouvre immédiatement.

Ce phénomène initial au point de vue du lieu fixe de son début, ainsi que du mécanisme de sa formation, est très évident si

l'on observe *in situ* les différentes parties d'un follicule préalablement durci par l'acide chromique, puis traité par des matières colorantes et le chlorure d'or.

On voit alors très nettement de dehors en dedans (pl. X, fig. 3) :

1° La pulpe étoilé de l'organe de l'émail réduite à une très faible épaisseur (*a*) et limitée au dehors par la couche de petites cellules de l'épithélium externe (*b*).

2° Le *substratum* des cellules de l'émail avec les cellules étoilées très serré (fig. 1, *b*).

3° La couche des cellules de l'émail dans laquelle les réactifs ont presque complètement effacé le noyau (fig. 1 et 3, *c*).

4° Le plateau des cellules représentant ce que les auteurs ont considéré comme la *membrane préformative* (fig. 1, *a*).

5° Enfin au-dessous du plateau et en contact direct avec la face convexe du chapeau de dentine, les éléments de l'émail lui-même (fig. 1, *e*).

La distinction de ces diverses parties superposées est rendue très nette par la coloration au carmin qui a teinté les cellules, leur *substratum* et le tissu de l'organe de l'émail, tandis qu'il a épargné l'émail lui-même qui apparaît avec sa teinte grise et transparente caractéristique (fig. 3) (1).

Les premières traces de l'émail ainsi formées au-dessous de la série de plateaux rencontrent immédiatement la surface extérieure du chapeau de dentine et s'y fixent directement sans interposition d'aucune substance. C'est alors que sur une préparation favorable, on peut apercevoir l'aspect en mozaïque de cette face convexe de la dentine formée par les petites dépressions polygonales qui reçoivent les colonnes prismatiques de l'émail. On reconnaît en même temps ce fait très important que tandis que chaque prisme d'émail est le résultat de l'exsudation isolée de chacune des cellules de l'émail ; ces dernières qui sont comme on sait polygonales par pression réciproque, donnent

(1) C'est Huxley qui paraît avoir observé le premier cette formation de l'émail au-dessous et à travers ce qu'il appelait la membrane préformative et que nous avons démontré comme constituée par la soudure accidentelle des *plateaux* des cellules. Il remarque même que cette membrane est certainement superposée à la couche d'émail pendant toute la durée de leur évolution ce qui est très exact (On the developement of the teeth; in Quarterly journal of micr. sc. London, 1855, in-8°, t. III, p. 149) le fait a d'ailleurs été vérifié depuis par Kölliker et Lent.

exactement au prisme produit la même forme. C'est cette disposition qui apporte à un groupe de prismes détachés de l'ivoire cet aspect de mozaïque élégante qui se retrouve dans les dépressions qui les reçoivent au chapeau de dentine. On a attribué souvent aux prismes de l'émail une forme exactement hexagonale. Cela n'est pas tout à fait exact et sur une coupe transversale d'un fragment d'émail récemment formé, la disposition n'est pas aussi mathématiquement régulière.

Après le début de formation que nous venons d'indiquer, la couche d'émail augmente à la fois en surface et en épaisseur : l'augmentation en surface s'effectue par l'entrée en fonctionnement des cellules situées au pourtour du fragment déjà formé et par un mécanisme absolument semblable. La seule raison physiologique qui détermine ce fonctionnement est l'extension en surface du chapeau dentinaire : Dès qu'une nouvelle zone de dentine, s'est ajouté autour du chapeau, une quantité de prismes suffisante pour le recouvrir se développe aussitôt. Les deux phénomènes sont simultanés.

Quant au développement en épaisseur, il est le résultat du fonctionnement plus ou moins long de chaque cellule d'émail de sorte que si, sur le sommet d'un tubercule de la couronne, l'émail offre une hauteur quatre ou cinq fois plus grande que sur les côtés, c'est que le mécanisme de formation est quatre ou cinq fois plus long. Mais ce qui est pleinement démontré, c'est que sur quelque point qu'on observe la couche d'émail, il n'y a jamais qu'un seul prisme pour occuper toute l'épaisseur du tissu.

Ainsi qu'on le voit, le mécanisme de formation de l'émail peut se formuler dans sa physionomie essentielle de la manière suivante :

1° L'émail est un produit d'élaboration des *cellules épithéliales prismatiques dites de l'émail* que nous proposons d'appeler *adamantoblastes*, lesquelles cellules laissent transsuder par leur extrémité centrale et au travers de leur *plateau* les éléments calcaires qui constituent la substance de l'émail :

2° Chaque cellule d'émail produit ainsi un prisme de forme identique à elle-même, mais de longueur variable suivant la région de la couronne et l'épaisseur future du revêtement d'émail ;

3° Les prismes d'émail adhèrent entre eux et à la surface extérieure du chapeau de dentine par contact moléculaire immédiat et sans interposition d'aucune matière quelconque.

Les prismes d'émail ainsi formés ont, comme on sait, une constitution tout à fait homogène : Ils sont constitués par une substance d'une très grande dureté, transparente, sans granulation ni stries d'aucune sorte. Il n'existe dans son intérieur aucune trace de canalisation quelconque et, dès que son développement est achevé, il n'est susceptible d'aucune modification dans sa constitution. Son mode d'origine, son isolement de toute source vasculaire et nerveuse quelconque en fait une sorte de vernis fixe et invariable.

La nature épithéliale qu'a présenté l'organe de l'émail dans tout le cours de son évolution, se retrouve exactement dans le tissu dur et compact auquel il donne naissance ; l'émail est un *revêtement de provenance épithéliale.*

Le développement de l'émail dont nous venons d'esquisser les phénomènes essentiels est très souvent soumis, ainsi que nous l'avons déjà signalé plus haut, à des perturbations qui, bien que relevant de la tératologie, peuvent être utilement rappelées ici.

Il arrive souvent, en effet, que sous l'influence d'un trouble local dans le fonctionnement du follicule ou sous la dépendance d'un arrêt de nutrition, le phénomène de formation régulière des prismes est plus ou moins profondément vicié : On voit alors ces prismes perdre leur parallélisme, s'infléchir en groupes plus ou moins étendus et quelquefois se disposer, suivant l'expression de Tomes, en des espèces de *tourbillons.*

En même temps, la constitution intime de la substance semble avoir perdu de sa perfection : la structure n'est plus homogène ; les prismes sont comme marbrés, granuleux et opaques

Les conséquences de ces dispositions accidentelles sont bien connues des observateurs : la couche d'émail présente alors des taches, des ondulations ou bien des fissures, des gouttières dans lesquelles un stylet fin peut parfois pénétrer jusqu'à l'ivoire mis à nu au fond la perte de substance. Nous n'insisterons pas davantage sur ces détails.

Quoi qu'il en soit, la formation de l'émail s'accompagne

de diverses particularités de développement dont l'organe de l'émail et les cellules deviennent le siège et qui doivent nous arrêter un instant.

Nous avons vu dans le cours du précédent mémoire (1), que le début de la genèse de l'émail coïncidait avec une réduction générale de volume de l'organe de l'émail en même temps qu'avec un allongement concomitant des cellules de l'épithélium interne (cellules de l'émail ou *adamantoblastes*). On observe en effet à cette période de l'évolution que la pulpe étoilée de l'organe subit un amincissement tel qu'il ne reste plus en réalité que la seule couche du *substratum* des cellules, laquelle est dès lors limitée en dehors par la rangée des petites cellules de l'épithélium externe et en dedans par la rangée des cellules de l'émail. Cette résorption se continue pendant la formation du tissu, et dès que celui-ci a atteint son entier développement, l'atrophie et la résorption gagnent jusqu'aux cellules de l'émail elles-mêmes, lesquelles, après l'achèvement de leur fonction physiologique, disparaissent sans laisser aucune trace. Seul le *plateau* persisterait à la surface extérieure de l'émail formé, de manière à constituer cette pellicule qu'on a désignée sous le nom de *cuticule* de l'émail (2). Telle est du moins l'opinion de beaucoup d'auteurs. Mais il est une autre théorie émise pour la première fois par Owen, et qui tendrait à prouver que les dents de certains mammifères, dépourvues en apparence de cément coronaire (homme, singes, carnassiers, etc), la cuticule ne serait autre qu'une couche rudimentaire de véritable cément (3).

Cette idée est reprise plus récemment par Ch. Tomes (4), et cette fois avec une apparence de démonstration. Cet ingénieux anatomiste ayant soumis divers coupes d'émail frais prises sur des dents humaines aux réactifs ordinaires qui décèlent la présence de la cuticule, a réussi à rencontrer des points favorables

(1) Morthologie du follicule dentaire. *Journal d'anat.*, 1879, p. 276.

(2) La cuticule de l'émail, dont la découverte semble attribuable à Retzius (Bemerkungen über den innern Bau der Zähne mit besonderer Rucksicht auf den im Zahnknochen Vorkommender Zæhnenbau. Muller's Arch. Berlin, 1837. p. 553), a été soigneusement discuté pour la première fois par Nasmyth (on the structure, physiology and pathology of the persistent capsular of the Teeth. Medico-chir trans. London, 1830, in-4°, t. XXII, p. 515). Il lui donne le nom de capsule persistante de la dent. Le terme de *cuticule* appartient à Lent et Kölliker. Erdl et Hannover l'ont également observée et décrite.

(3) Odolongraphy. London, 1840-43, in-4°, p. 466.

(4) On the nature of nasmyth's membrane, *Quart. Journ. of micr. sc.*, 1872.

sur lesquels l'existence de cavités caractéristiques du cément lui ont paru hors de doute.

Nous sommes très tenté de nous rattacher à cette théorie en raison des faits anatomiques sur lesquels elle s'appuie et nous serions conduits ainsi à considérer le phénomène de résorption de l'organe de l'émail comme complet y compris le plateau des cellules. On ne saurait que difficilement admettre, en effet, que le plateau formé d'une pellicule amorphe puisse jouer à un moment donné le rôle d'organe du cément. Dans les follicules des dents a cément coronaire on trouve à la fois l'*organe du cément*, qui devient cartilagineux, puis osseux, et l'*organe de l'émail* sous-jacent au premier avec ses cellules et leur plateau. Il est dès lors improbable que le plateau joue un rôle quelconque dans le développement du cément, et il est rationnel de lui refuser également ce rôle pour les dents dépourvues de cément coronaire. Mais ce raisonnement, qui a pour conséquence de nous rapprocher de la manière de voir de Ch. Tomes, se trouve confirmé en outre par une expérience personnelle, qui est la suivante :

Si la cuticule de l'émail représente, à la surface des dents sans cément coronaire, la couche rudimentaire de cément, on ne doit donc pas la retrouver à la surface de l'émail des dents entourées d'une couche épaisse de cément, telle que les molaires composées des herbivores.

Or, l'étude d'une coupe mince transversale de ces dents, intéressant à la fois l'émail et le cément contigus, ne décèle, sous l'influence des réactifs appropriés, la présence d'aucune pellicule quelconque. Cette expérience est donc un argument favorable à la théorie de Ch. Tomes.

Si nous résumions en quelques mots le développement de l'émail, ainsi que nous l'avons fait pour celui de l'ivoire, nous nous bornerions à formuler la conclusion suivante :

L'émail est un *produit* de transsudation des cellules épithéliales dites de l'émail, *adamantoblastes*.

Il est composé de prismes parallèles, homogènes, d'une constitution anatomique et chimique fixe et invariable, dès le moment où est achevée sa formation.

Il représente à la surface de la dent, et joue, à l'égard de l'ivoire, le rôle d'un *épithélium durci*.

§ III. — Développement du Cément.

Le *cément*, *cortical osseux* de Tenon, *Tooth-bone* des anatomistes anglais, est composé, comme on sait, par du tissu osseux proprement dit, avec quelques modifications, très secondaires d'ailleurs, dans la forme et dans la disposition de ses éléments.

Le mécanisme de sa genèse et de son développement devra donc être ici identique de tous points, à ce qu'on observe dans toute autre partie du squelette.

Or, le phénomène du développement du tissu osseux en général comprend deux modes différents :

1° Tantôt l'ossification s'effectue par *substitution*, c'est-à-dire que les éléments osseux se substituent à un cartilage préexistant de même disposition et de même forme. C'est ce qui a lieu, ainsi qu'on sait, pour les os des membres par exemple ;

2° Tantôt le tissu osseux se produit par genèse directe et primitive au sein d'un tissu embryonnaire fibro-plastique ou fibreux on l'appelle *ossification par envahissement*. C'est à lui qu'est due la formation des os du crâne, des mâchoires, et en général, de tous les os qui ne sont point précédés de cartilages.

Ces deux modes sont entièrement applicables au développement de la couche osseuse appelée *cément* ; seulement, ossification par substitution appartient aux follicules qui renferment un *organe de cément* dissécable et distinct, tandis que l'ossification *par envahissement* fournit le cément radiculaire dans les follicules dépourvus d'organe du cément.

La production du cément, quelle que soit d'ailleurs son étendue en surface ou en épaisseur autour des dents des mammifères, se rattache donc essentiellement au phénomène physiologique de l'*ossification*, et dès lors sa formation est absolument différente dans l'ensemble de ses caractères, de celle qui a donné naissance à l'ivoire et à l'émail. On voit de plus que, tandis que ces deux derniers tissus obéissent dans leur développement à un mécanisme uniforme, la formation cémentaire se présente sous les deux aspects que nous venons d'indiquer : toutes les fois qu'il existe un organe de cément qui, de l'état embryonnaire, passe à l'état de cartilage, l'os s'y *substitue* suivant les lois ordinaires. C'est ce qui a lieu pour les follicules des molaires des herbivores, lesquelles sont, comme on sait, entourées com-

plètement d'une épaisse couche osseuse. Lorsqu'il s'agit au contraire de dents qui sont dépourvues de cément coronaire et qui n'ont autour de leurs racines qu'une faible couche cémentaire, le tissu osseux *envahit* une mince lame de tissu fibreux, qui n'est autre que la paroi du follicule, laquelle paroi devient plus tard le périoste dentaire. Ici, par conséquent, cette membranc fibreuse qui tapisse la racine des dents, joue le rôle ordinaire du périoste osseux en général, c'est-à-dire qu'il a la puissance de génération osseuse par sa surface profonde qui est en contact avec l'ivoire.

Nous avons donc à étudier ici les deux modes de formation du cément, et nous devons déclarer en ce qui concerne cette nouvelle partie de notre travail, que nos idées n'ont subi aucune modification sur celles qui ont été déjà formulées antérieurement en France par l'un de nous dans un travail publié avec notre commun maître, Ch. Robin (1).

Cette description sera donc en quelque sorte la reproduction de celle qui figure dans ce travail auquel nous n'avons à apporter aucune modification sensible, et toutes les considérations histogéniques qu'elles comportent consistent dans les applications à ce phénomène particulier des théories de Robin sur l'ossification en général (2).

A. — Ossification de l'organe du cément.

Pour observer d'une façon complète l'ossification du fibro cartilage qui représente l'*organe du cément*, il faut choisir dans un follicule de molaire d'herbivore et plus spécialement de solipède une coupe d'ensemble intéressant à la fois toutes les couches superposées des tissus qui occupent un sommet bulbaire. Le follicule ayant été traité par les acides faibles destinés à ramollir l'émail et l'ivoire puis durcie par l'acide chromique et traité par

(1) (Voir Robin et Magitot), loc. cit., p. 152. Voir même sur le mécanisme de l'ossification en général : Gegenbaur Ueber die Bildung des Knochengewebes, reitschrift f. und und nat., p. 343; Tomes et de Morgan, observat. on the structure and development of bone, Phil. trans. of the R. Soc., 1853, p. 109. Remy, *Développement des tissus cartilagineux et osseux*. Paris, 1880.

(2) On sait que c'est Ténon qui en l'an IV découvrit le cément auquel il donna le nom d'ailleurs très juste de *cortical osseux*. Il l'observa dans le follicule dentaire du cheval, et prononce pour la première fois le nom d'*organe du cément* qu'il croit constitué par la lame interne de la capsule dentaire, c'est-à-dire la paroi du follicule. Nous ne serions pas éloignés de croire, que Ténon ait réellement observé l'organe du cément tel que nous l'avons décrit et figuré dans notre précédent mémoire. L'opinion de Ténon a d'ailleurs été adoptée par Blake en 1780 et Cuvier en 1834 (Ossements fossiles t. I, p. 4 et 5).

le carmin, on y pratique assez aisément une coupure d'ensemble grâce à la densité devenue égale dans les différents tissus. On réalise ainsi une préparation dans laquelle toutes les parties superposées sont conservées *in situ*.

Or si la couche d'émail est parvenue à son épaisseur définitive, on assiste au mécanisme de transformation osseuse du fibro cartilage cémentaire, car le début de ce phénomène coïncide exactement avec l'achèvement de la couche d'émail.

L'organe fibro cartilagineux que nous avons décrit éprouve d'abord des modifications très sensibles : il perd sa vascularité et prend une teinte grisâtre. Toutefois cette transformation ne se produit pas simultanément sur tous les points de la masse ; c'est à la face profonde qu'il apparaît tout d'abord pour s'étendre dès lors à toute l'épaisseur de l'organe (voir pl. X, fig. 2, *c* et *c'*). A ce moment l'atrophie de l'organe de l'émail est complète et la couche osseuse du début se montre ainsi en contact direct avec l'émail. On aperçoit alors dans le sein même du fibro cartilage des traînées ou des nappes de grains phosphatiques, opaques et granuleux pâlis, puis dissous par l'action des acides, mais formant des taches grisâtres dans l'intervalle des chondroplastes naissants et des capillaires en voie d'atrophie. La présence de ces taches donne à la bande du tissu par laquelle débute l'ossification une teinte uniforme dont on peut suivre l'extension progressive en épaisseur sur une série de préparations analogues prises sur des follicules de plus en plus avancés dans l'évolution. C'est ainsi que peu après, les points d'ossifications se multipliant et s'étendant à la fois dans tous les sens, arrivent à occuper toute l'épaisseur de l'organe.

A ce moment l'ossification de l'organe du cément est un fait accompli et la dent (molaire d'herbivore) effectue son ascension au sein de la muqueuse et paraît au dehors.

Le cément examiné à cet état définitif est constitué par les éléments ordinaires du tissu osseux : Ostéoplastes régulièrement groupés autour d'un canal vasculaire, et inclus au sein d'une substance fondamentale légèrement striée. Toutefois on constate que la portion la plus interne du cément est beaucoup moins riche en celulles que les autres points, et qu'elle forme comme une zone claire et transparente immédiatement contiguë à la surface de l'émail.

En même temps que le développement osseux s'achève dans le sens de l'épaisseur, il se poursuit dans la direction des racines par la production progressive des taches et traînées phosphatiques. Ce phénomène est corollaire de la marche même de l'éruption et chaque poussée de la couronne à l'extérieur coïncide avec une production équivalente du cément. Puis lorsque l'éruption est complète, l'ossification se prolonge dans la direction des racines qui se recouvent comme on sait d'un revêtement de cément, dont l'épaisseur s'accroît encore notablement au niveau du sommet radiculaire pour se terminer souvent par un mamelon arrondi composé de substance fondamentale avec des ostoplastes finement ramifiés. C'est ce mamelon qui est traversé par l'orifice du canal radiculaire et par les vaisseaux et nerfs nourriciers de l'organe.

B. — Formation du cément radiculaire.

On sait que chez l'homme, les quadrumanes, les carnassiers et chez un grand nombre d'autres espèces animales, les dents ne sont pourvues de cément que dans leur racine et que la couche qui représente ce tissu est d'une minceur telle qu'elle n'est pas visible à l'œil nu.

Mais si l'on cherche dans les follicules des dents des espèces que nous venons d'indiquer une trace de l'organe du cément, tel que nous venons de le décrire, on ne rencontre rien d'analogue. Dans un follicule préalablement durci et préparé par coupes intéressant toute son étendue, on reconnaît qu'au delà de l'organe de l'émail et sur le point qu'occupe dans un follicule de molaire d'herbivore *l'organe du cément*, il n'existe qu'une mince couche de tissu conjonctif disposée en lame ou membrane homogène et qui représente exactement la *paroi* du follicule.

Au moment où s'effectue l'éruption de la couronne, celle-ci refoule cette paroi du follicule et se fraye un passage au travers de la muqueuse. Mais comme on sait que cette couronne présente à la surface de sa couche d'émail une pellicule connue sous le nom de *cuticule*, il est intéressant de rechercher si cette cuticule est représentée par cette paroi folliculaire qui s'applique sur l'émail au moment du passage, ou si elle est constituée par les débris de l'organe de l'émail dont la résorption ne serait pas complète. Ch. Tomes a comme nous l'avons dit plus haut, défendu la pre-

mière opinion qu'il paraît même avoir démontrée par la découverte dans l'épaisseur de la cuticule des cellules caractéristiques de la substance des os. Il résulterait de là que la paroi folliculaire en se fixant à la surface du cément, pourrait, dans des circonstances sans doute accidentelles, subir un commencement d'ossification dont quelques préparations favorables auraient révélé les vestiges au savant anatomiste que nous venons de citer.

La seconde opinion qui fait dériver la cuticule des débris de l'organe de l'émail est celle de Huxley, de Rashkow et de la plupart des auteurs. Nous avons déjà dit que nous étions très disposé à nous ranger à l'opinion de Ch. Tomes; nous ne reviendrons pas sur cette question.

Ce que nous allons chercher à établir, c'est le mécanisme de la formation du cément à la périphérie de la racine : Or lorsque la couronne a effectué sa sortie complète et qu'elle est libre au dehors de la mâchoire jusqu'au collet, au constate tout d'abord qu'à ce niveau, ni l'ivoire, ni l'émail ne sont à découvert : une mince pellicule amorphe se prolonge de la racine à la surface de l'émail et s'y confond absolument avec la cuticule, tandis que d'autre part cette pellicule paraît faire partie intégrante de la couche même du cément. Cette disposition est, comme on voit, un nouvel argument en faveur de la théorie de Tomes.

Aussitôt que la dent a ainsi achevé son éruption au dehors, il ne s'ensuit pas qu'elle soit entièrement formée. La couronne est seule constituée ; la racine commence sa formation. Cette formation comprend, par conséquent, des phénomènes qui répondent aux deux tissus qui composent la portion radiculaire des dents : C'est, d'une part, le développement progressif de l'ivoire qui s'effectue par le processus que nous avons décrit en son temps et d'autre part, la production du cément. Mais à mesure que les deux phénomènes s'accomplissent par un travail simultané, chaque portion de racine nouvellement formée se recouvre à son tour d'une membrane fibreuse qui n'est autre encore que la paroi folliculaire elle-même et qui joue, comme on va le voir, le rôle essentiel dans la genèse du cément.

C'est en effet *à la face profonde de cette membrane fibreuse,* future périoste dentaire, et *aux dépens d'une couche de cellules* ou *ostéoblastes* de Gegenbaur, que s'effectue le développement du cément.

Ce mode d'ostéogenése, très commun dans un grand nombre de points de l'économie, est celui qui est désigné par Ch. Robin sous le nom d'*ossification* par *envahissement* (1).

Le phénomène se produit d'après le mécanisme physiologique décrit pour les os du crâne : Les ostoblastes se forment par *autogenèse*, c'est-à-dire par génération directe. Le groupement de plusieurs ostoblastes dans l'intervalle desquels se dépose une certaine quantité de substance fondamentale, constitue des petits rayons de matière osseuse autour desquels ne se rencontre aucune trame cartilagineuse. Ces petits rayons augmentent d'étendue dans tous les sens par l'addition progressive d'autres éléments osseux ; seulement, dans le cément radiculaire, le groupement des ostéoplastes et de leurs ramifications ne s'effectue pas avec cette régularité et cette disposition par couches concentriques qui se remarquent dans le tissu osseux ordinaire. Les ostoplastes sont épars et sans ordre dans la masse de substance homogène. C'est ainsi qu'apparaît constamment le cément à la surface radiculaire d'une dent de l'homme ou des carnassiers, mais, dès que par une circonstance quelconque cette couche cémentaire acquiert une plus grande épaisseur, la structure du cément se rapproche aussitôt de celle de l'os proprement dit. C'est ce qu'on observe dans les tumeurs des racines constituées par une simple hypertrophie cémentaire.

Les principes nutritifs à l'aide desquels se produit la substance osseuse du cément sont apportés par les vaisseaux du périoste lui-même, de sorte que celui-ci fournit par sa face profonde les éléments formateurs du cément, tandis que par sa face externe, il joue encore le même rôle de périoste à l'égard de la paroi de l'alvéole. Ce périoste est donc en réalité interposé à deux couches osseuses : le cément radiculaire d'un côté, la paroi de l'alvéole de l'autre, et joue un double rôle par ses faces opposées.

Le mode d'adhésion du cément avec l'ivoire est assez intéressant à étudier. Il n'y a, bien entendu, aucune analogie entre ce mode de contact et celui qui réunit l'émail à l'ivoire. Dans ce dernier cas, on sait que les prismes de l'émail sont reçus dans

(1) Voy. Ch. Bobin. *Sur le développement de la substance et du tissu des os*. Compte rendu et mém. de la Soc de biologie, Paris, 1850, p. 126. — *Sur la structure de l'os du cœur du veau*. Compte rendu et mém. de la Soc. de biologie, 1849, p. 65.

une série de dépressions creusées à la surface extérieure de l'ivoire. Pour le cément, qui a une toute autre physionomie, il adhère à l'ivoire de la manière ordinaire, c'est-à-dire par contiguité moléculaire sans interposition d'aucune substance. La surface de l'ivoire des racines présente un système d'ondulations très simples, dont le cément suit rigoureusement toutes les courbures. En outre, la bande de cément qui est la plus interne est visiblement plus claire, ne contenant que de rares ramifications d'ostoplastes. Cette disposition pourrait faire croire à une continuité absolue des deux tissus, et cependant nous n'avons jamais constaté qu'une simple juxtaposition. Telle n'est pas, toutefois, l'opinion de divers anatomistes, tels que Czermak, Hannover, J. et Ch. Tomes, qui croient avoir démontré la communication directe entre les ramifications des ostéoplastes du cément et les divisions de la couche anastomotique. Ces auteurs s'autorisent même de cette disposition pour expliquer la continuation du mouvement nutritif dans la dentine en l'absence de la pulpe dentaire dont la destruction accidentelle ou morbide n'est pas, comme on sait, une condition de mort de la dent.

Nous ne pensons pas, toutefois, qu'une telle considération physiologique puisse se substituer à la démonstration d'un fait anatomique qui n'est pas reconnu. D'ailleurs, il nous suffirait pour comprendre, sinon la persistance d'un mouvement nutritif véritable dans l'ivoire, du moins la tolérance de l'organe dentaire après la destruction de la pulpe, de la seule présence bien suffisante du périoste, tissu éminemment vasculaire et dont les phénomènes organiques restent intimement liés à ceux du cément lui-même. Il se produit, d'ailleurs, dans certains cas pathologiques, une particularité qui peut être regardée comme un mécanisme de compensation : c'est ainsi que l'on observe sur certaines dents privées de pulpe un épaississement de la couche de cément qui s'accompagne immédiatement d'une multiplication dans le nombre des ostéoplastes. Il existe en outre normalement dans le cément radiculaire de beaucoup d'espèces, et chez l'homme en particulier, des mamelons de substances osseuses plongeant pour ainsi dire dans l'intérieur de l'ivoire et entre lesquelles s'infléchit le périoste. Ces mamelons contiennent de nombreux canalicules et parfois même, en leur centre, une cavité qui semble occupée par un rameau vasculaire émané du

périoste. Cette particularité a été l'objet de développements assez étendus dans un travail antérieur (1), et nous n'avons pas besoin d'y revenir ici.

Des considérations qui précèdent, il résulte que le cément est représenté par une couche osseuse véritable, tantôt extérieure à la fois coronaire et radiculaire (molaire des herbivores, défense de l'éléphant, etc), tantôt intra-alvéolaire (cément radiculaire). Dans le premier cas, le cément est libre, et c'est peut-être le seul cas de l'économie animale où un os est exposé à l'extérieur. Dans le second cas, la couche osseuse cémentaire joue le rôle de trait d'union, de lien physiologique entre la dentine et l'os maxillaire avec l'aide intermédiaire du périoste.

§ 4. — Formation du périoste alvéolaire.

Le mécanisme de formation du périoste alvéolaire est des plus simples, car cette membrane n'est autre que la paroi folliculaire elle-même.

Lorsque la couronne d'une dent est formée, quelle que soit d'ailleurs la composition anatomique et la forme de celle-ci, l'éruption commence. Cette éruption, qui résulte essentiellement de la formation de la racine, se produit par une sorte de pénétration lente et progressive de la couromme dans le tissu sous-muqueux d'abord, puis au travers du derme et de l'épiderme jusqu'au dehors. C'est donc l'allongement de la racine qui est l'agent de ces phénomènes, et le trajet que parcourt la dent dans l'épaisseur de ces tissus est exactement proportionnel à la quantité de substance dure qui se produit au fond du follicule.

Dans cette progression vers l'extérieur, la couronne traverse donc, à un moment donné, la paroi folliculaire. Elle sort ainsi à la surface des mâchoires, jusqu'à ce que le point d'étranglement ou collet, qui correspond au bord terminal de l'émail, arrive au niveau du bord gingival. Alors, l'éruption est achevée et la paroi folliculaire se trouve, par le pourtour de sa perforation, en rapport avec le collet de la dent.

Le sac folliculaire se trouve ainsi réduit considérablement d'étendue puisque, étant ouvert supérieurement par le passage

(1) Voir Robin et Magitot, *loc. cit.*, 1861, p. 171.

de la dent, il ne subsiste de cette membrane que la partie qui répond à la base du bulbe; or, ce bulbe continuant de se recouvrir de dentine, s'amincit à son tour, se *pédiculise* et s'allonge conséquemment, tandis que la surface extérieure de la racine se revêt de cément, suivant l'un des deux procédés décrits plus haut. La paroi du follicule suit exactement dans son allongement l'accroissement même de la racine, de sorte qu'après s'être fixée au collet, elle se prolonge à la surface de la racine, à laquelle elle adhère de la façon la plus intime.

L'identité de la paroi folliculaire et du périoste alvéolaire est donc surabondamment démontrée d'une part en considérant les faits successifs du développement, d'autre part en constatant l'identité de l'histoire de cette membrane depuis l'époque où elle joue le rôle d'enveloppe du follicule jusqu'au moment où elle vient se fixer comme périoste à la surface radiculaire.

Lorsque le développement de la racine est achevé et que la dent a acquis sa forme et son volume définitifs, le périoste alvéolaire acquiert la constitution d'un périoste ordinaire c'est-à-dire d'une membrane fibreuse simple, non disséćable en plusieurs feuillets et adhérant à peu près également à la surface dentaire et à la face osseuse de l'alvéole. Cependant lextraction d'une dent sur le cadavre a pour résultat sa séparation de l'alvéole ce qui montre que l'adhérence est plus forte du côté de la racine que du côté de l'os.

On y retrouve tous les éléments anatomiques qui ont été rencontrés dans la paroi du follicule : réseau fibreux plus ou moins serré, composé de fibres de tissu conjonctif entrelacées dans tous les sens sans traces de fibres élastiques.

Placée ainsi entre deux surfaces osseuses l'une composée du cément qui revêt la racine, l'autre représentant la paroi alvéolaire, la membrane en question est à tous les titres un périoste véritable. elle en joue le rôle, elle en présente la composition anatomique exacte et ses maladies sont absolument celles d'un périoste.

Nous n'avons pas à décrire sa structure intime. On sait qu'elle contient un réseau vasculaire riche et des faisceaux nerveux, mais ce que nous pouvons ajouter c'est qu'après avoir revêtu la racine elle se prolonge autour du faisceau vasculo-nerveux de chaque orifice radiculaire et elle leur forme une gaîne propre qui les protège dans leur trajet intra-osseux.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE IX.

FIG. 1. — Fragment du bord libre d'un chapeau de dentine pris sur un embryon de cheval de trois mois environ. Grossissement de 450 diamètres.

a. Orifices irréguliers internes des canicules.

b. Orifices arrondis.

c. Partie la plus mince de la préparation composée de substance amorphe en continuité avec la couche de dentine, et que devront traverser les queues des cellules de l'ivoire.

d. Rangées comprimées de cellules dont on voit bien d'ailleurs la forme à la direction ainsi que les queues périphériques.

(Cette figure est empruntée au mémoire Robin et Magitot, de 1860-61.)

FIG. 2. — Portion d'une coupe verticale du germe de l'ivoire et du chapeau de dentine qui le recouvre chez un embryon humain de trois mois. Grossissement de 400 diamètres.

a. Bulbe dentaire avec les éléments anatomiques qui le composent et parsemé de cristaux d'hématoïdine et de grains phosphatiques ovoïdes et diaphanes.

b. Couches des cellules étoilées formant le substratum des cellules de la dentine.

c. Cellules de la dentine ou *odontoblastes* avec les extrémités caudales périphériques pénétrant et se ramifiant dans la substance homogène et transparente de l'ivoire.

d. Région de ces canalicules.

e. Surface extérieure de la couche d'ivoire privée de son revêtement d'émail; on y voit l'orifice béant des canalicules qui viennent s'ouvrir jusqu'au-dessous de l'émail.

FIG. 3. — Fragment d'ivoire de formation récente chez un chien nouveau-né. Grossissement de 550 diamètres.

a. Masse d'ivoire traversée par les queues des cellules, lesquelles dépassent même le bord irrégulièrement brisé.

b. Cellules de l'ivoire en place.

c. Substratum de ces cellules.

FIG. 4. — Fragment de dentine avec les cellules en place et leurs prolongements chez un embryon de veau avant terme. Grossissement de 600 diamètres.

(Même explication des lettres.)

FIG. 5. — Fragment de dentine dans les mêmes conditions de rapport avec les cellules et leurs prolongements pris chez un embryon de mouton. Grossissement de 600 diamètres.

(Même explication des lettres.)

PLANCHE X.

FIG. 1. — Organe de l'émail observé au moment du début de la formation de l'émail et pris sur un chapeau de dentine dans un folli-

cule de cheval. (Embryon de 220 jours.) Grossissement de 600 diamètres.

a. Tissu propre de l'organe de l'émail avec cellules étoilées.

b. Substratum des cellules de l'émail.

c. Cellules de l'émail avec leur plateau.

d. Plateaux des cellules auxquels la soudure donnent l'apparence d'une pellicule membraneuse.

e. Prismes d'émail en voie de formation, détachés du chapeau dentinaire et brisés.

Fig. 2. — Fragment de la coupe d'un follicule d'incisive pratiquée au niveau d'une des saillies bulbaires dans un follicule d'embryon de cheval de 220 jours et destiné à montrer dans leur situation réciproque les diverses parties composantes du follicule au moment de la formation des tissus dentaires. Le sujet est injecté au carmin et la préparation a été traitée par les acides faibles, puis durcie dans les chromates. Grossissement de 600 diamètres.

a. Paroi osseu alvéolaires.

b, *b*. Sac folliculaire.

c, *c*. Organe du cément très vasculaire : il se présente à gauche une grande épaisseur, parce qu'en ce point il est replié dans la profondeur du cornet.

c'. Portion la plus interne de l'organe du cément qui a déjà subi la transformation en cartilage.

d. Couche des cellules de l'émail, dernier vestige de l'organe de ce nom.

e. Émail formé.

f. Dentine.

g. Bulbe central.

Fig. 3. — Coupe de l'organe de l'émail et de l'émail sous-jacent *in situ* chez un embryon de chien voisin du terme (follicule d'incisive). Grossissement de 600 diamètres. La préparation est colorée par le carmin que n'a pas teinté l'émail.

a. Couche de cellules externes de l'organe de l'émail (épithélium externe).

b. Tissu propre de l'organe.

c. Couche des cellules internes ou *cellules de l'émail.*

d. Émail formé.

e. Plateau des cellules formant membrane.

Fig. 4. — Coupe prise sur une dent de la raie commune. Grossissement de 600 diamètres, colorée par le carmin.

a. Couche d'émail.

b. Ivoire.

c. Canalicules larges au centre desquels se voit le filament caudal des cellules de l'ivoire desséché, mais permettant de voir encore les petites nodosités qu'il présente.

d. Cavité centrale de la pulpe. Le tissu de l'organe et les cellules ont disparu par la dessication.

ANALYSES ET EXTRAITS

DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

POUCHET. — *Sur la formation du pigment mélanique* (Soc. de Biologie, séance du 23 octobre 1880.)

Je poursuis en ce moment l'étude d'un très jeune embryon d'éléphant (il pèse 300 grammes environ) sur la provenance duquel on est sans renseignements, mais qui a dû en tout cas être placé absolument frais dans l'alcool, où il s'est très bien conservé.

En observant diverses coupes microscopiques, je fus frappé de trouver un grand nombre de cellules cartilagineuses qui semblaient chargées de pigment ; même apparence dans le ligament cervical. Dans les autres tissus, lamineux, musculaire, etc., le dépôt de pigment est beaucoup moins abondant.

D'autre part, sur divers points du corps de l'embryon, et spécialement au pourtour des paupières, on trouve un grand nombre de cellules pigmentaires évidemment sarcodiques, exactement appliquées contre la face profonde de l'épiderme, mais qui ont ici tous les caractères habituels des cellules pigmentaires : elles sont rameuses, à noyau clair central, à corps uniformément coloré, un peu transparent.

Toute différente est l'apparence du pigment dans le cartilage, dans le ligament cervical, etc. Ici le pigment se présente sous la forme d'aiguilles mesurant environ 6 à 7 millièmes de millimètre de long et 1 millième de millimètre de large. Ces aiguilles peuvent être transparentes (sans doute vues sous certaines incidences), mais le plus souvent elles sont tout à fait opaques, tantôt grouppées à angle les unes sur les autres, tantôt réunies en masses épineuses. Nous avons fait agir comparativement l'acide sulfurique concentré sur ces aiguilles et sur le pigment grenu de la choroïde du même embryon ; l'action a été la même, c'est-à-dire à peu près nulle.

Quelle pouvait être l'origine de cette formation de pigment, qu'on ne retrouve point chez les embryons de mammifères à l'état frais ? Il est peu probable que l'éléphant fasse à ce point de vue une exception. On est conduit, par suite, à attribuer la formation de ce pigment à une action lente des liqueurs dans lesquelles a été placé l'embryon à l'état frais. Tous les vaisseaux des régions où on trouve ce pigment étaient gorgés de sang, avec les hématies pressées les unes contre les autres, encore visibles dans leur contour, mais entièrement décolorées, comme d'ailleurs les autres tissus de l'animal. On peut se demander dès lors si ce pigment aciculaire ne serait point un dérivé de la matière colorante du sang, et s'il ne serait pas possible d'en obtenir la formation, en plaçant du sang et du tissu cartilagineux dans les conditions où paraît avoir été notre embryon d'éléphant.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

Saint-Denis. — Imprimerie CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.

RECHERCHES

SUR

LA STRUCTURE DES ORGANES DIGESTIFS

DES POULPES

Par le Dr Charles LIVON
Professeur suppléant à l'Ecole de médecine de Marseille.

(PLANCHES XI, XII ET XIII.)

Les recherches que je publie aujourd'hui ne sont pas celles par lesquelles j'avais commencé. Mon premier but, en effet, était d'étudier la physiologie de la digestion chez les poulpes. Mais les organes dont je recherchais les fonctions n'étant pas encore connus au point de vue de la structure, j'ai renvoyé pour le moment le côté physiologique pour m'occuper spécialement du côté histologique, et ce sont ces recherches de structure que je fais connaître aujourd'hui, en attendant de compléter ce travail par l'exposé des recherches physiologiques dont l'idée et les moyens m'ont été fournis par M. Marion, le savant professeur de notre faculté des sciences.

D'une façon générale, on pourrait considérer comme faisant partie des organes digestifs les organes destinés à la préhension des aliments; c'est ainsi que chez les poulpes la préhension des aliments s'effectue en grande partie par les organes locomoteurs dont la bouche est entourée; mais j'en laisserai complètement de côté l'étude, dont l'histoire est plutôt du domaine de la locomotion, pour commencer l'étude histologique du tube digestif proprement dit et de ses annexes par les parties qui en forment l'orifice supérieur.

Bien que l'anatomie descriptive de l'appareil que j'ai étudié ait été parfaitement faite et soit bien connue, j'ai cru devoir en dire quelques mots à propos de chaque organe, pour la clarté du sujet.

Bouche.

La bouche est constituée par des parties diverses qui sont

en allant de l'extérieur à l'intérieur : les lèvres, les mâchoires, la langue, la radule, les masses latérales et le pharynx, dans lequel prend naissance l'œsophage.

Lèvres. — A l'état de repos, les lèvres constituent un voile membraneux derrière lequel se cachent complètement les mâchoires ; à l'état d'activité, ce voile se dilate circulairement et forme alors un bourrelet membraneux entourant la base des mâchoires qui proéminent à la partie médiane.

Chez l'*Octopus vulgaris*, les lèvres sont au nombre de deux : l'externe est unie, l'interne a son bord circulaire libre frangé. Chez l'*Eledon Moschatus*, il y a aussi deux lèvres, mais l'externe présente quelques franges semblables à celles plus nombreuses de l'interne.

Ce voile membraneux s'insère autour d'une zone circulaire qui existe entre les bras de l'animal, et on ne peut mieux le comparer qu'à un diaphragme contractile semblable à l'iris, c'est-à-dire dont l'orifice central peut s'agrandir ou se resserrer.

Ces deux lèvres sont à peu près analogues comme structure; elles sont formées d'une couche épithéliale, de tissu conjonctif et de fibres musculaires. Ces divers éléments peuvent être bien étudiés sur des coupes perpendiculaires après durcissement dans l'alcool absolu ou l'acide chromique et coloration au picro-carmin ; on peut suivre alors les modifications qu'ils éprouvent dans la lèvre supérieure et dans la lèvre inférieure. Les modifications les plus importantes se passent du côté de l'épithélium (pl. XI, fig. 1, E). En suivant cet épithélium depuis le moment où il commence à faire partie des lèvres, on le voit former sur la face supérieure de la lèvre externe une simple couche épithéliale à cellules pavimenteuses de 0^{mm},018 à 0,013 de diamètre (fig. 1, E) semblables aux cellules qui tapissent la surface externe de l'animal.

Arrivé au bord libre de la lèvre externe, la nature des cellules épithéliales change ; ce ne sont plus des cellules pavimenteuses ordinaires, mais des cellules polyédriques de 0^{mm},020 à 0,030 (fig. 1, E') semblables aux cellules que l'on rencontre dans l'intérieur des glandes en grappe, et qui doivent être elles-mêmes glandulaires. Ces cellules restent les mêmes sur toute la face inférieure de la lèvre supérieure, où l'on rencontre quel-

quefois des villosités (fig. 1, V) tapissées par ces mêmes cellules.

Le point où l'épithélium passe d'une lèvre sur l'autre, c'est-à-dire le cul-de-sac séparant les deux lèvres (fig. 1, C) est de nouveau le siège d'une modification dans la nature de l'épithélium. Les cellules qui jusque-là étaient polyédriques changent de forme et constituent un épithélium cylindrique (fig. 1, E'') dont les cellules ont en moyenne de $0^{mm},0476$ de longueur sur 0,0095 de largeur. Ces cellules possèdent dans leur intérieur un noyau sphérique de 0,0047 en moyenne. Cet épithélium cylindrique recouvre toute la lèvre inférieure sur ses deux faces, ainsi que les franges qui se trouvent sur son bord libre et qui ne peuvent être qu'incomplètement figurées sur la coupe perpendiculaire représentée (pl. XI, fig. 1, F) ; seulement au moment où de supérieur l'épithélium devient inférieur (fig. 1, E'''), il se recouvre d'une cuticule cornée (fig. 1, A) qui tapisse toute la face inférieure de la lèvre inférieure et qui peut s'enlever d'une seule pièce en gardant sur sa face interne l'empreinte des cellules sous-jacentes et quelquefois emmenant avec elles ces cellules. Cette cuticule est sans structure, on la rencontre du reste sur bien d'autres points du tube digestif.

Le tissu conjonctif que l'on rencontre dans l'intérieur des deux lèvres (fig. 1, J,J') n'offre rien de spécial qui mérite une description. Quant aux fibres musculaires, elles sont les unes radiées et se voient en longueur sur la figure 1 en M,M. Les autres, circulaires, sont représentées sectionnées perpendiculairement en M',M'. La disposition de ces fibres musculaires n'est pas la même dans la lèvre externe et dans la lèvre interne.

Dans la lèvre externe, les fibres radiées (fig. 1, M) occupent le plan superficiel, et les fibres circulaires (fig. 1, M') occupent la portion centrale. Ces dernières forment dans l'intérieur de la lèvre une couche presque égale, mais, au voisinage du bord libre, cette couche augmente d'épaisseur (fig. 1, S) pour former un véritable sphincter.

Dans la lèvre inférieure, la disposition des fibres radiées et des fibres circulaires est différente. Les fibres radiées occupent pour ainsi dire la moitié supérieure (fig. 1, M) de la lèvre, et les fibres musculaires la moitié inférieure (fig. 1, M'). Mais ici les

fibres musculaires ne forment point comme dans la lèvre supérieure une couche continue, elles se présentent sous forme de petits faisceaux séparés les uns des autres par les expansions des fibres radiées qui viennent se terminer dans le tissu conjonctif sous-épithélial (fig. 1, P).

Je signalerai encore comme faisant partie de la structure des lèvres, un amas de cellules glandulaires (fig. 1, G), qui se trouvent au point de jonction des lèvres et des mâchoires, et qui doivent être les cellules sécrétant ces organes.

Mâchoires. — Les mâchoires ou mandibules sont au nombre de deux, une supérieure, une inférieure. Elles apparaissent lorsque le voile labial se dilate et forment un bec de consistance cornée que l'on peut parfaitement comparer à un bec de perroquet, seulement l'extrémité antérieure de la mandibule inférieure s'avance bien au devant de celle de la mandibule supérieure.

Ces deux mâchoires forment un puissant appareil seccateur porté par des masses musculaires vigoureuses, sur lesquelles elles s'emboîtent. On peut se rendre compte de l'épaisseur de ces muscles sur les figures 2 et 3 de la planche XI (M,M), qui représentent avec les figures 4 et 5 les coupes perpendiculaires de l'appareil bucal à différents niveaux.

Chaque mâchoire est formée par la réunion de deux lames solides convexes et concentriques, qui sont écartées à la partie postérieure pour les insertions musculaires, et réunies à la partie antérieure pour former le bord libre et tranchant. Dans ces deux mandibules, la lame interne se prolonge plus en arrière que la lame externe, mais celle-ci est plus large postérieurement.

On peut en effet constater que la section représentée par la figure 2 ne comprend qu'une faible portion de la lame externe de la mandibule supérieure seulement (C), tandis qu'elle comprend toute l'étendue des lames internes supérieure et inférieure (S, I). Dans la figure 3, qui représente une coupe un peu plus postérieure, on ne trouve plus qu'une petite portion de la lame interne de la mandibule inférieure (I) et encore toute l'étendue de la lame interne de la mandibule supérieure (S).

Le bord antérieur de ces deux mâchoires forme à la partie médiane un crochet tant à la mandibule supérieure qu'à la

mandibule inférieure, mais celui-ci débordant en avant le supérieur, comme je l'ai déjà dit plus haut.

Ces mâchoires paraissent être formées de chitine; les acides ne les attaquent pas. A l'examen microscopique des coupes on ne distingue rien, si ce n'est, proportion gardée de l'épaisseur, beaucoup de ressemblance avec les couches cuticulaires que l'on rencontre dans les autres parties du tube digestif, et il y a là probablement une grande analogie, comme le dit du reste Gegenbaür (1). « Les productions solides qui revêtent ces organes (destinés à la préhension et à la division de la nourriture) sont dans leur ensemble le produit d'une sécrétion de cellules et doivent par conséquent être rangées parmi les formations cuticulaires. La substance qui les compose se rapproche de la chitine. »

Les masses musculaires destinées à mouvoir les mâchoires constituent à elles seules la plus grande partie de ce que l'on pourrait appeler le bulbe buccal, car l'appareil buccal, en entier séparé de l'animal, a une forme sphéroïdale, comme l'indiquent les figures 2, 3, 4, 5 de la planche XI. Ces muscles, qui occupent toute la périphérie, sont d'autant plus épais qu'ils se rapprochent des mandibules, et il est facile de se rendre compte de cette disposition en comparant les figures 2, 3, 4. L'épaisseur de la couche musculaire M (fig. 2) est plus grande que celle de M (fig. 3), qui est à son tour supérieure à celle de M (fig. 4). Quant à la figure 5, qui représente une section faite sur la partie postérieure, tout à fait, du bulbe buccal, on y voit une disposition bien différente de celles des figures précédentes. La couche musculaire M qui entoure la cavité buccale à sa partie supérieure est réduite à une simple membrane de peu d'épaisseur. La partie inférieure représente des masses musculaires étrangères aux muscles des mandibules.

Les muscles des mâchoires sont formés de faisceaux entre-croisés.

L'espace formé par les deux mandibules et par l'écartement de leurs muscles constitue la cavité buccale dans laquelle se trouvent les organes que nous allons étudier et qui remplissent cette cavité de façon à la transformer dans sa moitié postérieure en une simple fente (fig. 4, 5, B).

(1) *Anat. comparée*, trad. fr., p. 490.

Langue. — De tous les organes buccaux, le plus antérieur est la langue. Sa partie antérieure, la seule libre, est enlevée sur la figure 2, qui représente une section passant par le point de jonction de la langue et de la radule. L représente cette section transversale. Sa portion libre est garnie de papilles qui sont visibles à l'œil nu et qui, selon M. Milne Edwards, paraissent constituer un instrument de dégustation (1).

Comme presque tous les organes que l'on trouve dans la bouche, la langue se présente comme une petite masse formée par des fibres musculaires entrecroisées, recouverte d'une muqueuse papilleuse. L'épithélium de cette muqueuse est formé de cellules cylindriques et est tapissé par une membrane cuticulaire présentant sur certains points de petites papilles cornées semblables aux dents que nous trouverons sur la radule. Cette cuticule n'a pas la même épaisseur dans toute son étendue, car elle ne dessine pas exactement les papilles de la muqueuse, mais forme comme une substance unissante entre les papilles, et sa surface est simplement ondulée, hérissée de temps en temps de piquants comme je l'ai déjà dit.

Radule. — La radule est une plaque solide cuticulaire recourbée (fig. 6, 7), placée à la surface de la masse linguale en arrière de la portion libre décrite plus haut. Elle porte de petites dents (fig. 2, 3, R.; fig. 6, 7, D.) dirigées en arrière et disposées en séries transversales formant une véritable râpe à trois rangs longitudinaux.

Chez les poulpes cet organe corné forme l'armature buccale et s'emboîte sur une masse musculaire qu'il recouvre par ses deux lames qui par leur réunion forment (fig. 6, S., I.) à leur partie antérieure un bord en forme de cuiller, garni à la partie médiane de dents cornées (fig. 7, D). Ces deux lames vont ensuite se séparant l'une de l'autre en prenant une direction un peu différente. L'inférieure (fig. 6, I) recourbée en forme de carène se dirige en bas et une grande partie de sa face externe est libre (fig. 2, R), c'est elle qui porte les dents. La supérieure (fig. 6, S) repliée à angle aigu sur la première se porte plus en arrière en s'enfonçant dans la masse charnue sous la forme d'un prolongement effilé (fig. 3, P; fig. 6, 7, P).

La structure de la radule est simple, elle n'est constituée que

(1) Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparées t. V, p. 408.

par une substance cornée homogène sans structure et ne paraît être qu'une portion de la cuticule plus développée. La masse musculaire qui porte la radule a beaucoup d'analogie avec la masse linguale avec laquelle elle se confond pour former la partie charnue du plancher buccal. C'est une masse formée de fibres musculaires entrecroisées, recouvertes d'une couche épithéliale cylindrique au-dessus de laquelle se trouve soit la radule sur la partie médiane, soit une simple couche cuticulaire sur les parties latérales.

Dans cette masse musculaire on doit distinguer deux gros faisceaux antéro-postérieurs (fig. 4, F) enveloppés d'une membrane fibreuse conjonctive et qui, à la coupe perpendiculaire ont une forme ovale à petit diamètre transverse.

Masses latérales. — En arrière de la radule, la cavité buccale se trouve de plus en plus rétrécie par deux organes latéraux que je décrirai sous le nom de *masses latérales* et qui finissent par transformer cette cavité en une simple fente.

Ces organes affectent une forme pyramidale irrégulière à sommet antérieur et à base postérieure. D'abord séparés l'un de l'autre en avant, ils n'occupent que les parties latérales de la bouche (fig. 3, T) et leur surface externe (fig. 3, 4, E) est complètement séparée de la paroi latérale de la bouche. Mais en se rapprochant du pharynx ils finissent par se toucher sur la partie médiane (fig. 4) et enfin par se confondre (fig. 5) presque complètement en une seule masse qui occupe alors la partie inférieure de la fente pharyngienne.

La structure de ces organes est assez compliquée. Dans l'intérieur on trouve sur les coupes perpendiculaires, du tissu conjonctif en abondance (fig. 8, C) formant la charpente de l'organe. Au milieu de ce tissu conjonctif, des faisceaux de tissu musculaire (fig. 8, M, M') qui sur les sections apparaissent coupés soit transversalement, soit obliquement, soit longitudinalement.

Tout l'organe sur ses parties libres est recouvert d'une couche épithéliale qui varie suivant la position. Les faces interne, supérieure et les deux tiers de la face externe, sont recouverts par un épithélium cylindrique (fig. 8, E) surmonté d'une cuticule (fig. 8, T). Cette surface n'est pas lisse, elle présente sur ses faces interne et supérieure des prolongements épineux de la cuticule semblables aux dents de la radule et recourbés en haut et en

dehors. Sur la face supérieure on trouve des papilles (fig. 8, P) recouvertes complètement par la cuticule. La face externe présente dans sa couche épithéliale des modifications assez importantes. Les deux tiers supérieurs comme je l'ai déjà dit, sont recouverts d'un épithélium cylindrique ; seulement la cuticule qui recouvre les faces interne et supérieure ne recouvre qu'une portion de cet épithélium. Arrivée à peu près aux deux tiers de la portion à épithélium cylindrique (fig. 8, H) cette couche cuticulaire disparaît, et les cellules épithéliales sont à découvert (fig. 8, V). Le tiers inférieur de cette face externe présente une grande modification dans la nature des cellules épithéliales. D'abord la surface n'est plus unie, elle est formée par des papilles volumineuses (fig. 8, G) recouvertes sur toutes leurs faces par un épithélium à grosses cellules glandulaires. Cette disposition spéciale qui a de l'analogie avec la structure des glandes en grappe doit faire regarder comme surface glandulaire cette portion des masses latérales.

Avant de décrire les glandes salivaires qui sont les annexes de la cavité buccale je signalerai une glande particulière annexée à l'appareil buccal.

Glande sous-mandibulaire. — Sur les sections perpendiculaires du bulbe buccal portant sur la moitié postérieure, la partie inférieure (fig. 4, 5, G) diffère au point de vue de la structure du reste de la coupe. A l'examen microscopique en effet, il est facile de reconnaître que l'on a affaire à une glande.

Cette glande que je n'ai trouvée signalée par aucun auteur, que je sache, est située à la partie inférieure de la masse buccale immédiatement en arrière de la mandibule inférieure avec laquelle elle est en rapport. De forme ovale elle est appliquée sur les masses musculaires. Ses diamètres antéro-postérieur et transverse dépassent de beaucoup son diamètre vertical. Il est impossible de la confondre avec les glandes salivaires céphaliques dont elle est bien distincte, d'abord par sa position inférieure et ensuite par une membrane qui l'enveloppe et lui fait faire corps avec le bulbe buccal, tandis que les glandes salivaires sont pour ainsi dire libres et placées en haut et en dehors de la masse buccale.

Au point de vue de sa structure, c'est franchement une glande en grappe. Sur des coupes après durcissement dans l'alcool

absolu ou l'acide chromique et coloration au picro-carminate, on lui reconnaît assez facilement la structure suivante (pl. XI, fig. 11).

D'abord une charpente de tissu conjonctif à noyaux (fig. 11, C) qui forme les cloisons séparant les acini. Cette couche de tissu conjonctif est assez mince et si on la compare à la charpente des glandes salivaires, représentée fig. 9, C on voit qu'elle présente une épaisseur bien moindre. Les espaces délimités par ces cloisons et qui constituent les acini peuvent sur les coupes se diviser en deux groupes suivant la nature des cellules qu'ils contiennent. La plus grande majorité et quelquefois tous sur la même préparation, présentent dans leur intérieur des cellules polyédriques (fig. 11, E) de 0^{mm},018 à 0,027 que l'on doit par leur grand nombre regarder comme les véritables cellules glandulaires de cet organe. Elles présentent dans leur intérieur un protoplasma granuleux, un noyau bien distinct et sur certaines cellules un nucléole bien visible. — A côté de ces acini, de temps en temps on voit des espaces (fig. 11, L) qui présentent dans leur intérieur un épithélium cylindrique. Par analogie, il faut sans doute voir là des sections de conduits collecteurs.

Ne sachant encore quelle fonction attribuer à cet organe dont je n'ai pu jusqu'à présent isoler un canal excréteur, je l'ai décrit pour ne préjuger de rien sous le nom de *glande sous-mandibulaire.*

Glandes salivaires. — Comme annexe de la bouche on doit décrire les glandes salivaires, car c'est dans cette cavité que leurs canaux excréteurs viennent s'ouvrir.

Chez les poulpes, l'appareil salivaire est très développé, il se compose de deux paires de glandes, dont l'une est logée dans la tête et appliquée contre la partie latérale et postérieure de la masse buccale, de chaque côté de la naissance de l'œsophage et n'a aucun rapport avec la masse glandulaire, que j'ai décrite sous le nom de glande sous-mandibulaire, qui se trouve à la partie inférieure ; l'autre paire est située beaucoup plus loin en arrière et se trouve à la partie antérieure de la cavité abdominale sur les côtés de l'œsophage.

A propos de la disposition de ces glandes et de leur aspect, nous ne pouvons que reproduire fidèlement ce que dit M. Milne

Edwards dans son magnifique ouvrage auquel nous nous sommes souvent adressé.

« Les glandes salivaires antérieures ou pharyngiennes sont divisées très irrégulièrement en plusieurs lobes. Celles de la seconde paire sont beaucoup plus grosses et quoique subdivisées en lobules sont concentrées de façon à former deux masses à peu près ovalaires et à surface presque lisse. »

« Les glandes salivaires antérieures sont multilobulées et s'ouvrent isolément à l'entrée de l'œsophage : celles de la seconde paire donnent naissance à un conduit excréteur commun très long qui débouche à la base de la langue » (1).

La structure de ces glandes est le type des glandes en grappe et l'analogie est frappante entre la structure des glandes salivaires des poulpes et la structure des glandes salivaires des vertébrés supérieurs. Ces masses glandulaires sont formées comme chez l'homme, le chien, etc. par la réunion de culs-de-sac ou acini (pl. XI, fig. 9, E) remplis de grosses cellules glandulaires supportées par une forte charpente de tissu conjonctif (fig. 9, C). Ces culs-de-sac réunis donnent naissance à des conduits tapissés par un épithélium à cellules cylindriques (fig. 9, L) et qui eux-mêmes par leur anastomose forment le canal excréteur.

Ce canal excréteur principal peut aussi par sa structure se comparer au canal de Sténon des vertébrés supérieurs. Les parois sont relativement épaisses (pl. XI, fig. 10). Sur une coupe perpendiculaire, on voit qu'il est formé par un tissu dense composé de tissu conjonctif et de fibres élastiques disposés en deux couches; une, longitudinale beaucoup plus développée (fig. 10, L) et l'autre, circulaire moins importante, composée de deux zones, une interne (fig. 10, C), l'autre externe (fig. 10, C'). L'intérieur du canal est tapissé par un épithélium cylindrique (fig. 10, E).

En étudiant les fibres conjonctives qui forment la couche longitudinale, on peut leur reconnaître par dissociation la disposition signalée par M. Ranvier sur les tendons de la queue du rat ou de la souris (2). Ces fibres présentent en effet, appliquées contre elles, des cellules plates qui sont rendues bien apparentes par la présence de leur noyau qui se colore fortement en rouge sous l'influence du picro-carminate.

(1) Milne Edwards. loc. cit.
(2) Ranvier, p. 353. Traité technique d'histologie.

Canal digestif.

Œsophage. — Au pharynx fait suite un canal qui constitue l'œsophage. Ce canal long et grêle présente dans son intérieur de nombreux plis longitudinaux de la muqueuse qui lui permettent de se dilater pour le passage du bol alimentaire, chose dont je me suis assuré facilement en injectant pour conserver et durcir les éléments, de l'alcool dans tout le tube digestif, fermé à une de ses extrémités. Après avoir traversé le cartilage céphalique, ce canal arrive dans la cavité abdominale où il se dilate pour former un premier estomac ou jabot.

« Le jabot commence à peu de distance de la tête et se dilate brusquement en un grand cul-de-sac dont le fond, dirigé en avant, s'avance parallèlement à l'œsophage et occupe la partie antérieure de la cavité viscérale. En arrière, cet organe se rétrécit graduellement et se continue avec le second estomac dont il est séparé par un sphincter ». (Milne Edwards.)

Le jabot est libre dans la cavité abdominale et peut, sous l'influence de l'alimentation, se développer et prendre de grandes proportions.

La texture du canal digestif depuis le pharynx jusqu'au gésier ou véritable estomac est à peu près la même. Lorsque l'on étudie l'œsophage ou le jabot non distendu, l'on remarque que la muqueuse forme une grande quantité de plis longitudinaux qui, à la section transversale, ressemblent à des villosités. Mais quand on pratique les sections sur des organes préalablement distendus par une injection d'alcool, par exemple, comme je l'ai fait, on remarque que la muqueuse est unie et ne présente que de légères ondulations. Dans ce cas, les coupes de l'œsophage et du jabot se ressemblent, tandis que sur ces organes non distendus, il est facile de comprendre que les plis que l'on observe dans le jabot sont beaucoup plus prononcés que ceux de l'œsophage, l'organe étant destiné à subir une dilatation autrement prononcée.

Sur des coupes soit perpendiculaires (pl. XI, fig. 12) soit longitudinales (pl. XII, fig. 13) de l'œsophage ou du jabot, on reconnaît qu'ils sont formés par les éléments suivants, en allant de dedans en dehors. D'abord une couche cuticulaire (fig. 12, 13, C) colorée en jaune par le picro-carminate, membrane que

nous avons déjà signalée au commencement du tube digestif et que nous retrouverons encore, sans structure particulière et qui présente une épaisseur à peu près égale dans l'œsophage comme dans le jabot. Vient ensuite une couche épithéliale formée de cellules cylindriques (fig. 12, 13, E) disposées sur une seule rangée et dont la face supérieure reste empreinte sur la surface profonde de la cuticule lorsqu'on enlève celle-ci.

Malgré tout le soin que j'ai apporté à mes investigations, il m'a été impossible de découvrir aucune solution de continuité soit dans la couche épithéliale, soit dans la cuticule, ce qui me fait conclure à l'absence de glandes dans cette portion du tube digestif, qui ne serait qu'un passage et qu'un réservoir, quoique M. Milne Edwards (1), en parlant du jabot, dise : « Ses parois logent dans leur épaisseur des follicules glandulaires. »

L'épithélium repose sur un chorion muqueux assez lâche (fig. 12, 13, H) dans lequel on trouve des fibres conjonctives, des fibres élastiques et une assez grande quantité de noyaux. Cette couche, qui forme la charpente de la muqueuse, doit être forcément lâche pour se prêter aisément à la distension.

Après cette couche de tissu conjonctif vient la couche musculaire, formée par deux sortes de fibres : premièrement des fibres transversales ou circulaires (fig. 12, 13, M) qui forment la zone musculaire interne ; deuxièmement, des fibres longitudinales (fig. 12, 13, M') qui forment la zone musculaire externe. Sur les organes distendus, ces deux couches paraissent égales dans l'œsophage et dans le jabot, mais sur des organes non distendus, comme par exemple sur la figure 13, qui représente une section longitudinale d'une portion du jabot, la couche musculaire paraît plus développée dans le jabot que dans l'œsophage.

La couche musculaire est suivie d'une couche conjonctive (fig. 12, J) à noyaux plus rares que dans la couche sous-épithéliale. Cette zone conjonctive sert de support à un épithélium pavimenteux simple, sur les points qui sont libres d'attaches avec les organes voisins (fig. 12, E'). Cette couche conjonctive, recouverte d'un épithélium pavimenteux simple, est l'analogue du péritoine ; c'est une séreuse recouvrant toutes les surfaces libres des organes contenus dans la cavité abdominale.

(1) *Loc. cit.*, p. 410.

L'épithélium qui la tapisse est très irrégulier, les bords des cellules qui le constituent sont très dentelés et les cellules, de formes diverses et très irrégulières, s'engrènent les unes dans les autres. Cette disposition est facile à étudier sur des préparations réussies d'imprégnation de nitrate d'argent. J'ai ainsi étudié l'épithélium qui tapisse tous les organes digestifs abdominaux, j'ai trouvé toujours la même disposition des cellules épithéliales; seulement j'avoue ne pas avoir toujours réussi d'emblée à obtenir de bonnes préparations sur ces animaux saturés de chlorure de sodium. Il faut, après lavages à l'eau distillée, faire agir des solutions faibles et en abondance, et encore n'évite-t-on pas un abondant précipité granuleux dans les membranes et dans les cellules que l'on étudie, ce qui rend quelquefois la préparation obscure.

Ces quelques détails sur la séreuse abdominale m'éviteront d'y revenir pour les autres organes qu'il me reste à décrire.

Gésier. — L'œsophage vient ensuite déboucher dans une seconde dilatation différente de la première, qui se trouve sur son parcours, dilatation qui constitue le gésier ou véritable estomac. Les parois en sont très épaisses et les deux orifices pylorique et cardiaque assez rapprochés et en ligne droite, l'ampoule stomacale n'étant pour ainsi dire développée qu'au détriment d'un seul côté du tube œsophagien.

Ce gésier est de forme ovale et se présente dans le compartiment péritonéal qu'il occupe, comme une masse dure un peu aplatie d'avant en arrière à l'état de vacuité. Distendu par les aliments, il prend réellement alors l'aspect d'une poche.

Sa surface interne est profondément sillonnée et les deux faces antérieure et postérieure présentent sur leur milieu une plaque dure. L'analogie est très grande entre l'estomac des poulpes et celui des oiseaux. Comme chez ces derniers, la surface interne est tapissée par une cuticule épaisse (fig. 14, C) qui peut s'enlever d'une seule pièce. Seulement cette cuticule est sans solutions de continuité et, examinée dans tous les sens, on ne distingue aucun orifice glandulaire. Comme la cuticule étudiée antérieurement, celle-ci est sans structure; seulement, vu son épaisseur relativement considérable, elle apparaît sur les coupes perpendiculaires (fig. 14, C), striée; apparence due à son mode de formation; cette couche cuticulaire n'étant chez tous les ani-

maux où on la rencontre qu'une sécrétion fournie par les cellules sur lesquelles elle est étendue.

Au-dessous de cette cuticule se trouve un épithélium (fig. 14, E) formé d'une seule couche de cellules cylindriques à noyaux fortement colorés par le picro-carminate. Cette couche épithéliale repose sur une couche de tissu conjonctif (fig. 14, J) à noyaux, dans laquelle on trouve des fibres conjonctives et des fibres élastiques.

Ces différentes couches, comme la cuticule, ne présentent aucun orifice glandulaire, ce qui, au point de vue fonctionnel, établit une différence entre le gésier des poulpes et celui des oiseaux. Le gésier des poulpes n'étant qu'un organe destiné à broyer les aliments; il se passe bien dans son intérieur un travail de digestion, mais ce travail n'est dû qu'à la présence du suc sécrété par les glandes salivaires, étudiées précédemment, et dont je me propose, dans un travail ultérieur, de rechercher en détail les propriétés.

Au-dessous de cette muqueuse, l'on trouve la couche musculaire (fig. 14, M, M') qui constitue à elle seule presque toute l'épaisseur de l'organe. Sur les coupes, les faisceaux musculaires se présentent sectionnés en différents sens. Les uns sont coupés verticalement (M), les autres longitudinalement (M').

Cette couche musculaire, dont une partie seulement est représentée sur la figure 14, est suivie d'une mince couche de tissu conjonctif et d'un épithélium pavimenteux simple, c'est-à-dire que sur les points libres elle est tapissée par la séreuse abdominale signalée plus haut.

Intestin. — L'intestin constitue la dernière portion du tube digestif, il fait suite au gésier et avant de gagner la face inférieure du foie il décrit quelques circonvolutions, après lesquelles il se dirige en avant et va se terminer sur la ligne médiane du corps vers la partie antérieure de la cavité branchiale à la base de l'entonnoir, de façon que l'anus se trouve sur le trajet du courant respiratoire, et celui-ci entraîne directement au dehors les matières fécales.

Dans toute sa longueur l'intestin présente d'une façon générale la même structure. Une séreuse (fig. 22, S) recouvrant toutes les portions libres, une couche de tissu conjonctif (fig. 22, C), deux couches musculaires, une longitudinale (fig. 22, M),

l'autre circulaire (fig. 22, M'), une couche de tissu (fig. 22, J) conjonctif et enfin l'épithélium interne (fig. 22, E) qui est la seule couche présentant de l'intérêt et de la différence suivant la région. Il faut ajouter que la surface interne de l'intestin, présente en outre, dans toute sa longueur deux replis longitudinaux formés par la muqueuse seule.

L'épithélium intestinal, étudié sur des coupes, après coloration laisse voir à sa surface libre, des cils vibratiles, puis dans son épaisseur, des espaces clairs au milieu de cellules longues dont la base effilée, vient toucher le tissu conjonctif.

Sur des coupes, il est assez difficile, de bien reconnaître, les éléments auxquels on a affaire. Ces éléments au contraire sont parfaitement visibles sur des préparations dissociés par l'alcool au 1/3.

Dans ces préparations après coloration soit au picro-carminate, soit au bleu d'aniline soluble, on voit que l'épithélium intestinal se compose de cellules diverses. Ce sont d'abord des cellules cylindro-coniques (fig. 23, A, B, C) très développées, présentant à leur surface un plateau garni de cils vibratiles (fig. 23, a, b) et à leur partie médiane un renflement (fig. 23, c) qui contient le noyau (d) muni de son nucléole; généralement la partie profonde de ces cellules est très effilée (e). Leurs dimensions varient assez, aussi à côté des variétés A, B trouve-t-on sur les préparations la variété C.

Au milieu de ces cellules cylindro-coniques on en trouve une grande quantité d'une autre espèce (fig. 23, D) ce sont de longues cellules caliciformes, dont la cavité affecte la forme d'une bouteille à goulot très resserré, ce qui fait qu'elles ne sont pas librement ouvertes à leur portion supérieure; pourtant l'extrémité supérieure se termine par un petit évasement (fig. 23, D, f) formant comme une petite cupule. Ces cellules caliciformes présentent à peu près les mêmes dimensions que les cellules cylindro-coniques que nous avons précédemment décrites. La cavité (fig. 23, g) occupe une moitié de la cellule, l'autre moitié est remplie de protoplasma granuleux au milieu duquel se trouve le noyau (fig. 23, D, h) et le nucléole.

Ces cellules sont très nombreuses dans la première partie de l'intestin, mais à mesure que l'on se rapproche de la portion anale elles diminuent et deviennent même très rares.

C'est le seul vestige glandulaire que l'on rencontre dans l'intérieur de l'épaisseur des parois intestinales. On peut, je crois, les considérer comme des glandes uni-cellulaires ayant leur cavité et leur canal excréteur. C'est ce que du reste Leydig supposait quand il dit (1) « chez les céphalopodes, *il doit exister* des glandes intestinales en forme d'utricule. »

Comme pour l'intestin des vertébrés supérieurs on peut encore se rendre bien compte de la disposition de ces glandes uni-cellulaires en examinant l'épithélium intestinal par sa face supérieure, après imprégnation d'argent.

Seulement ici encore il faut employer pour réussir les mêmes précautions que pour l'étude de la séreuse abdominale. Sur des imprégnations bien réussies on aperçoit (fig. 24, E) les espaces inter-cellulaires marquées par des lignes noires dues à la réduction du sel d'argent, puis entre les intersections de petits espaces ronds (fig. 24, R) entourés d'une zone qui devient plus apparente et qui forme alors un cercle (fig. 24, C) lorsque l'on approche l'objectif de la préparation ce qui rend la première apparence plus diffuse. Ceci indique que cette circonférence est due à une disposition spéciale se trouvant sur un plan inférieur à celui de la surface épithéliale. Ce n'est autre chose en effet que la portion la plus renflée du calice de la cellule.

La dernière portion de l'intestin ou portion anale diffère au point de vue de la structure du reste de l'intestin. Les éléments de structure sont bien à peu près les mêmes, mais ils présentent des variétés. La couche musculaire circulaire (fig. 25, M) arrivée à l'orifice anal augmente d'épaisseur de façon à constituer un sphincter (fig. 25. S). La muqueuse présente à ce niveau de nombreux plis valvulaires (fig. 25, V) qui remplissent presque le calibre de l'intestin. Sur ces valvules l'épithélium change d'aspect, et cette modification dans la structure de la muqueuse est bien visible sur des coupes transversales (fig. 26). On voit alors que les valvules sont formées par du tissu conjonctif à noyaux (fig. 26, C) tapissé par un épithélium cylindrique renfermant des cellules caliciformes (fig. 26, E); seulement sur des préparations dissociées par l'alcool au 1/3 et colorées, on trouve des cellules caliciformes de plusieurs va-

(1) Leydig, *Histologie comparée*, trad. franç., page 381.

riétés. C'est ainsi que résumant un grand nombre de préparations faites avec la portion anale, tout à fait, j'ai trouvé les formes représentées en A, B, C, D, E, fig. 27, qui indiquent une véritable différence entre l'épithélium de cette portion terminale et l'épithélium du reste de l'intestin. Les dimensions de ces cellules varient assez, comme celles du reste de l'épithélium intestinal, pourtant j'ai trouvé que ces cellules avaient en moyenne de $0^{mm},033$ à 0,057 sur $0^{mm},007$ à 0,009.

Au niveau de l'orifice anal l'épithélium se modifie de nouveau pour prendre les caractères d'un épithélium de revêtement externe (fig. 25, E).

Annexes du canal digestif.

Cæcum. — A son point de jonction avec le gésier, au niveau de l'orifice pylorique l'intestin présente une expansion en forme de cæcum, enroulée en spirale, ce qui la fait ressembler à la coquille d'un escargot. Ce cæcum est logé à gauche et un peu en arrière de l'estomac, dans une cavité dépendante du réservoir péritonéal, de sorte qu'il baigne dans le sang veineux. Sa surface externe est lisse, recouverte par la séreuse abdominale. Sa surface interne présente un grand nombre de plis demi-circulaires, semblables aux valvules conniventes. Ces plis sont disposés en spire et n'ont pas tous la même grandeur.

La structure de cet organe est assez difficile à étudier vu son peu de résistance à l'état frais, mais il se durcit facilement et dans cet état les recherches sont plus faciles.

Pour se faire une bonne idée de la disposition interne des valvules, il faut étudier des coupes faites perpendiculairement à ces plis et traitées par le picro-carminate.

On voit alors qu'ils ne forment pas de simples cloisonnements, mais bien des valvules composées, car leurs deux faces sont recouvertes de petits plis valvulaires (fig. 15, V) qui à la section donnent à la valvule, la forme d'une feuille composée (fig. 15).

C'est là, toute la disposition de l'intérieur de cet organe, regardé par les uns comme une portion de l'intestin, regardé par les autres comme un simple réservoir pour la bile et par les autres enfin, comme une glande analogue au pancréas.

Les éléments qui rentrent dans sa structure ne sont que des cellules et du tissu conjonctif disposés de la façon suivante en allant de dehors en dedans.

La séreuse abdominale (fig. 15, S) reposant sur une couche dense de tissu conjonctif (fig. 15, C) dans lequel sont de nombreux noyaux. De cette membrane conjonctive, partent perpendiculairement les valvules que j'ai signalées plus haut.

La partie centrale de ces valvules ou mieux leur charpente est constituée par du tissu conjonctif délicat, très riche en noyaux dans lequel l'on trouve des vaisseaux sanguins et de distance en distance des amas de globules sanguins (fig. 15, G) provenant très probablement de sinus sectionnés.

Toute la surface de ce tissu conjonctif est recouverte par une couche épithéliale qui est sans contredit la portion essentielle de l'organe.

Les cellules de cet épithélium étudiées après dissociation par l'alcool au 1/3 se présentent sous forme de cellules cylindro-coniques à cils vibratiles (pl. XII, fig. 16) de longueurs variées comme le montre la figure. Elles laissent voir un plateau sur lequel viennent s'implanter les cils vibratiles à la partie supérieure, dans l'intérieur un protoplasma granuleux et vers la base un noyau assez développé muni de son nucléole. Ces cellules ont en moyenne de $0^{mm},040$ de longueur sur 0,0049 de largeur. Les dimensions du noyau sont en moyenne de $0^{mm},0066$.

L'acide osmique essayé sur ces cellules fait apparaître le plateau comme pointillé. Sous l'influence de ce réactif de nombreuses granulations brunâtres semblables à de la graisse se montrent dans l'intérieur de la cellule et l'on voit en outre des stries parallèles à l'axe de la cellule, stries qui ne se voient pas avec le picro-carminate ou le bleu d'aniline ce qui porterait à penser qu'elles sont de nature graisseuse et que ce ne sont pas des plis de la membrane cellulaire.

Au milieu de ces cellules on en trouve d'autres tout à fait différentes, elles sont polyédriques et ressemblent en tout point aux cellules des glandes en grappe. Elles m'ont semblé provenir d'organes glandulaires spéciaux (fig. 15, L) que l'on trouve au sommet de quelques valvules.

Si maintenant on étudie les coupes pour avoir une idée de l'ensemble de l'organe on voit que l'épithélium cylindrique à

cils vibratiles forme une simple couche de cellules qui recouvre toutes les parties de l'organe, valvules, plis valvulaires (fig. 15, V) et qui pénètre dans toutes les anfractuosités formées par ces divers replis. D'après cette disposition, les espaces qui séparent les plis valvulaires forment des excavations linéaires dont les parois presque contiguës (fig. 15, P) peuvent parfaitement être considérées comme formant des parois glandulaires étalées. Il en est de même des culs-de-sac séparant les points d'origine des grandes valvules (fig. 15, O). On se trouve par conséquent là en présence d'une glande qui ne peut être regardée ni comme une glande en grappe, ni comme une glande en tube et c'est pour cela que me basant sur la conformation spéciale que je viens de décrire, je proposerai d'appeler *glandes valvulaires* les glandes affectant cette forme qui se rencontre assez souvent chez les invertébrés.

Foie. — Dans le cæcum vient déboucher le canal excréteur du foie, organe qu'il nous reste à étudier.

Chez le poulpe le foie est une glande très volumineuse, de couleur rouge brun, qui occupe toute la partie inférieure et antérieure de la cavité abdominale. Elle est séparée du tube digestif par une cloison membraneuse et n'est pas divisée en lobes. C'est une grosse masse ovalaire tronquée postérieurement. De cette glande partent deux canaux excréteurs dans le voisinage du pylore, qui après avoir embrassé l'intestin se réunissent en un seul tronc pour s'engager dans la columelle du cæcum.

A cause de sa consistance molle et de sa fluidité relative, le foie du poulpe est impossible à étudier à l'état frais; pour pouvoir pratiquer des coupes fines de cette glande il faut préalablement la durcir, mais tous les procédés ordinaires ne sont pas bons pour cela; l'alcool absolu, comme l'acide chromique ne réussit pas; l'acide picrique seul, non plus; le procédé qui m'a donné le meilleur résultat est la combinaison de l'acide picrique de la gomme et de l'alcool.

Pour cela un foie enlevé avec précaution sur un animal, aussi frais que possible, est sectionné avec un instrument bien tranchant en fragments de 1 centimètre d'épaisseur environ. Ces fragments sont immédiatement plongés dans une solution concentrée d'acide picrique dans laquelle il faut les laisser plusieurs jours; après quoi on les retire pour les plonger dans une

solution épaisse de gomme picriquée où ils doivent séjourner jusqu'à ce qu'ils tombent au fond du flacon; à ce moment on les retire de la gomme picriquée pour les plonger dans de l'alcool absolu où on les laisse plusieurs jours et même jusqu'au moment de l'étude.

Par ce procédé, le foie prend une consistance assez dure pour pouvoir y pratiquer des coupes fines qui permettent d'en étudier la structure.

Les coupes sont reçues dans l'eau pour les dégommer, puis colorées au moyen du picro-carminate. La coloration obtenue étant suffisante, on déshydrate les préparations en les traitant par de l'alcool de plus en plus fort, on les éclaircit au moyen de l'essence de girofle, après quoi on peut les monter dans du Baume de Canada.

Examinées à un faible grossissement les préparations se présentent sous l'aspect de polygones plus ou moins irréguliers (pl. XII, fig. 17) séparés les uns des autres par des traînées colorées en rouge (fig. 17, T). L'intérieur de ces espaces polygonaux est coloré en orangé et paraît rempli d'une substance granulée (fig. 17, G). Sur un assez grand nombre de polygones, la partie médiane est beaucoup plus claire et même sans aucun élément figuré (fig. 17, C). On n'a là qu'une vue d'ensemble qui ne permet nullement de se faire une idée de la structure de l'organe, il faut examiner de fines préparations à un grossissement de 4 à 500 pour distinguer la façon dont sont arrangés les éléments qui constituent cette glande volumineuse.

L'on voit alors que les traînées rouges qui séparent les polygones les uns des autres représentent des canaux collecteurs (fig. 18, C) dans lesquels viennent s'ouvrir une quantité de culs-de-sac ou cœcums (fig. 18, L). Ces cæcums représentent autant de petites glandes en tube venant se déverser dans un système de canaux dont l'ensemble constitue les espaces polygonaux signalés précédemment (fig. 17, G) et le vide de la partie médiane (fig. 17, C) n'est que le résultat de la section qui, ayant porté sur le fond de quelques culs-de-sac, les a séparés du reste de la glande. Ces fragments isolés ont été forcément entraînés pendant la préparation.

Le foie du poulpe peut donc être considéré comme une glande tubulée présentant à étudier une membrane d'enveloppe don-

nant la forme à la glande et un contenu cellulaire chargé des fonctions de sécrétion.

Au point de vue de la morphologie on peut rapprocher la structure que nous allons donner de celle du foie de l'écrevisse (1).

La membrane propre des glandes en tube du foie du poulpe, comme les membranes propres glandulaires, est formée par une membrane conjonctive anhiste, très fine, difficile à apercevoir par simple dissociation et que l'on ne peut bien voir qu'en employant un procédé particulier. Sur un fragment de foie fraîchement sectionné, on fait arriver au moyen d'une pissette un jet d'eau un peu fort. Toute la substance cellulaire est entraînée par l'eau sous forme de bouillie rougeâtre et il reste une espèce de gelée blanchâtre dont il suffit d'exciser avec de fins ciseaux courbes une portion que l'on pose dans une goutte de picro-carminate. La préparation ainsi faite permet de voir que l'on a affaire à un tissu conjonctif très délicat donnant la forme aux tubes glandulaires et servant de support aux vaisseaux qui viennent se distribuer dans l'organe.

L'intérieur des tubes formés par cette membrane anhiste est rempli de cellules spéciales (fig. 18, E) que l'on voit très bien en place sur les coupes colorées (fig. 18) mais qu'il est difficile d'étudier alors en détail. Pour bien les voir il faut les dissocier dans une goutte de picro-carminate. Ces cellules (fig. 19) se présentent sous la forme polyédrique (A). Elles sont assez irrégulières et ont en moyenne, comme diamètre $0^{mm},0095$ à 0,019, leur intérieur possède un noyau de $0^{mm},003$ en moyenne et le plus grand nombre présente de nombreuses granulations graisseuses (B), quelquefois même, on en trouve qui sont presque complètement envahies par la graisse (B').

Dans le liquide de dissociation on trouve encore des cellules fortement colorées en jaune brun (C) et une grande quantité de granulations graisseuses (D) provenant sans doute des cellules brisées.

Tous ces éléments, qui représentent la masse volumineuse du foie, sont renfermés dans une espèce de coque résistante formée de tissu conjonctif dense et serré, recouverte sur tous ses points libres d'attaches, par la séreuse abdominale.

(1) Huxley. L'Écrevisse, p. 50.

Nous avons dit plus haut que du foie partaient deux conduits excréteurs qui s'anastomosant après avoir embrassé l'intestin, venaient s'ouvrir par une ouverture commune dans le cæcum.

Ces conduits, avant de sortir du foie, traversent à la partie inférieure de l'organe une masse qui, à la coupe, présente une couleur jaune bien différente de la couleur du foie, qui est rouge brun.

En traversant cet organe, les conduits hépatiques offrent sur leurs parois des pertuis béants qui ne sont autres que les canaux excréteurs de cette masse glandulaire qui diffère du foie non seulement par la couleur, mais aussi par la structure.

Sur des coupes après durcissement, cette masse paraît formée par de petits canaux anastomosés en réseaux à peu près comme les canaux collecteurs que j'ai décrits dans le foie; seulement, la partie glandulaire, au lieu d'être formée par des cæcums venant s'ouvrir dans les canaux est formée par des lobules de grandeur et de forme variées, accolés aux parois des canaux.

Ces lobules ont l'apparence des acini des glandes en grappe par leur épithélium glandulaire, aussi cet organe ressemble-t-il plutôt à une glande en grappe qu'à une glande tubulée, comme le foie, ce qui établit une première différence bien marquée entre la structure du foie et celle de cette masse glandulaire inférieure.

Une fois dégagés de cette masse, les canaux hépatiques étudiés sur diverses coupes, présentent les particularités suivantes :

La lumière du canal est remplie par des prolongements de la muqueuse interne, en forme de villosités (fig. 20, 21, V). Les parois sont constituées par du tissu conjonctif où l'on peut distinguer facilement trois zones (fig. 20, M, M', M''). La plus externe est longitudinale, les deux autres sont circulaires. Quant aux prolongements villeux, ils sont formés par le tissu conjonctif qui forme le chorion muqueux de ce conduit (fig. 21, C) et tapissés par un épithélium cylindrique très développé fig. 21, E) dont les cellules ont en moyenne $0^{mm},04$ de longueur sur $0^{mm},009$ de largeur.

Assurément, dans l'organe situé à la partie inférieure du foie, il faut voir une glande spéciale, et l'on doit aussi regarder comme glandulaires les parois de ces conduits hépatiques qui

présentent une disposition tout à fait particulière pour des conduits excréteurs, disposition qui se rapprocherait un peu de la structure du cæcum décrit plus haut.

La situation et la structure font penser à un pancréas, mais cela n'est pas suffisant, car ce n'est qu'une hypothèse fondée, il est vrai, sur l'analogie, mais ce n'est point là ce qu'il faut dans les sciences naturelles, qui sont devenues, avant tout, des sciences d'expérimentation, ce qui leur a fait prendre le rang élevé qu'elles occupent aujourd'hui.

Fixé maintenant sur la structure des organes qui composent l'appareil digestif des poulpes, je vais pouvoir reprendre le côté physiologique, et c'est alors que j'espère pouvoir mieux établir que cela n'a été fait jusqu'à présent, quelle est la fonction dévolue à chaque organe, en prenant pour base l'expérimentation directe, suivant en cela le précepte de notre illustre physiologiste, Cl. Bernard. « Sans doute, dit-il, les connaissances anatomiques les plus précises sont indispensables au physiologiste, mais je ne crois pas pour cela avec les anatomistes que l'anatomie doive servir de base exclusive à la physiologie, et que cette dernière science puisse jamais se déduire directement de la première. Je pense, au contraire, que c'est une erreur ou une illusion de toutes les écoles anatomiques, d'avoir cru que l'anatomie expliquait directement la physiologie.

« L'impuissance de l'anatomie à nous apprendre les fonctions organiques devient surtout évidente dans les cas particuliers où elle est réduite à elle-même. Pour les organes sur les usages desquels la physiologie expérimentale n'a encore rien dit, l'anatomie reste absolument muette (1). »

« L'expérimentation peut seule apprendre quelque chose, sur les propriétés des objets que l'anatomiste constate et décrit (2).

(1) Claude Bernard. — *Le problème de la physiologie générale.* — In *La science expérimentale*, 1878.

(2) Claude Bernard. — *Leçons de physiologie appliquée à la médecine*, faites au Collège de France, tome II, 1856, page 5.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche XI.

Fig. 1. — Coupe perpendiculaire des lèvres. — A, cuticule cornée. — C, cul-de-sac séparant la lèvre supérieure de la lèvre inférieure. — E, épithélium pavimenteux tapissant la face supérieure de la lèvre externe. — E' épithélium glandulaire sur la face inférieure de la même lèvre. — E," épithélium cylindrique tapissant la face supérieure de la lèvre interne. — E''' épithélium cylindrique recouvert de la cuticule A, tapissant la face inférieure de la même lèvre. — F, franges de la lèvre interne. — G, cellules glandulaires. — J,-J,' tissu conjonctif. — M,M, fibres musculaires radiées. — M,' M' fibres musculaires circulaires. — P, tissu conjonctif sous-épithélial de la lèvre inférieure. — S, sphincter formé par les fibres musculaires circulaires dans l'épaisseur de la lèvre supérieure. — V, villosités de la lèvre supérieure.

Fig. 2, 3, 4, 5. — Sections verticales du bulbe buccal. — B, cavité buccale. — C, section de la lame externe de la mandibule supérieure. — E, face externe libre des masses latérales. — F, faisceaux musculaires antéro-postérieurs de la radule. — G, glande sous-mandibulaire. — I, section de la lame interne de la mandibule inférieure. — L, section de la langue. — M, muscles des mâchoires. — P, section du prolongement de la radule, — R, radule. — S, section de la lame interne de la mandibule supérieure. — T, section des masses latérales de la bouche.

Fig. 6, 7. — Radule. — D, dents. — I, lame inférieure. — S, lame supérieure. — P, prolongement effilé.

Fig. 8. — Section perpendiculaire d'une masse latérale. — C, tissu conjonctif, — E, épithélium cylindrique recouvert de la cuticule T. G, portion glandulaire. — H, point ou finit la cuticule. — M, faisceaux musculaires sectionnés transversalement. — M' faisceaux sectionnés obliquement. — P, papilles recouvertes par la cuticule. — V, épithélium cylindrique sans cuticule.

Fig. 9. — Section d'une glande salivaire. — A, section d'un vaisseau sanguin. — C, tissu conjonctif. — E, cellules glandulaires. — L, section d'un conduit.

Fig. 10. — Section du canal excréteur des glandes salivaires. — C, zone conjonctive circulaire interne. — C', zone externe. — E, épithélium cylindrique interne. — L, zone conjonctive longitudinale.

Fig. 11. — Glande sous-mandibulaire. — C, tissu conjonctif formant la charpente de l'organe. — E, acini renfermant des cellules glandulaires. — L, section d'un des conduits excréteurs avec son épithélium cylindrique.

Fig. 12. — Coupe transversale de l'œsophage. — C, cuticule. — E, épithélium cylindrique. — H, tissu conjonctif lâche. — M, fibres musculaires longitudinales. — J, tissu conjonctif dense. — E' épithélium pavimenteux simple.

Planche XII.

Fig. 13. — Coupe longitudinale du cul-de-sac du jabot non distendu. — C, cuticule. — E, épithélium cylindrique. — H, tissu conjonctif. M, fibres musculaires circulaires. — M', fibres musculaires longitudinales.

Fig. 14. — Section de l'estomac ou gésier. — C, cuticule. — E, épithélium cylindrique. — J, tissu conjonctif. — M,M', fibres musculaires.

Fig. 15. — Section perpendiculaire des villosités composées du cæcum. — S, séreuse abdominale avec son épithélium pavimenteux simple. — C, tissu conjonctif dense. — G, amas de globules sanguins. — L, glande. — V, plis valvulaires. — O, culs-de-sac entre les valvules. — X, sections de vaisseaux sanguins. — P, espaces compris entre les plis valvulaires.

Fig. 16. — Cellules à cils sibratiles dissociées, formant l'épithélium des valvules du cæcum.

Fig. 17. — Coupe du foie à un faible grossissement — T, traînées colorées en rouge par le picro-carminate. — G, substance granulée remplissant les polygones. — C, partie médiane vide.

Fig. 18. — Fragment de foie à un fort grossissement. — C, canaux collecteurs représentés en T, figure 17. — L, cæcums. — E, cellules glandulaires remplissant les glandes en tube.

Fig. 19. — Cellules dissociées du foie. — A, cellules polyédriques. — B, mêmes cellules avec granulations graisseuses. — B' mêmes cellules envahies par la graisse. — C, cellule colorée en jaune brun. — D, granulations graisseuses, libres.

Planche XIII.

Fig. 20. — Section transversale d'un conduit hépathique. — V, prolongements en forme de villosités. — M, zone longitudinale. — M', M", zones circulaires.

Fig. 21. — Trois villosités du conduit hépatique précédent. — V, villosité. — C, tissu conjonctif formant les prolongements villeux. — E, épithélium cylindrique recouvrant les villosités. — X, vaisseau sanguin.

Fig. 22. — Section longitudinale de la première portion de l'intestin. — S, séreuse abdominale. — C, tissu conjonctif. — M, fibres musculaires longitudinales. — M', fibres musculaires circulaires. — J, tissu conjonctif. — E, couche épithéliale cylindro-conique à cils vibratiles et à cellules caliciformes L.

Fig. 23. — Cellules de l'épithélium intestinal dissociées. — A, B, C,

cellules cylindro-coniques à cils vibratiles. — *a*, cils vibratiles, *b*, plateau, *c*, renflement médian, *d*, noyau, *e*, partie profonde effilée. — D, cellule caliciforme, — *f*, cupule supérieure, *g*, cavité du calice, *h*, noyau.

Fig. 24. — Epithélium intestinal imprégné d'argent vu de face. — E, espaces inter-cellulaires. — R, ouverture supérieure des cellules caliciformes. — C, cercle représentant le renflement de la cavité de la cellule.

Fig. 25. — Section longitudinale de la portion anale de l'intestin. — V, replis valvulaires. — M, M, fibres musculaires circulaires. — S, sphincter. — E, épithélium pavimenteux externe.

Fig. 26. — Replis valvulaires de la figure précédente, coupe transversale. — C, tissu conjonctif. — E, épithélium cylindrique à cellules caliciformes. — X, vaisseau sanguin.

Fig. 27. — Cellules caliciformes dissociées de la portion anale de l'intestin.

NOUVELLES

RECHERCHES CHIMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

SUR LE M'BOUNDOU

(POISON D'ÉPREUVE DES GABONAIS)

Par les Professeurs Edouard HECKEL
et F. SCHLAGDENHAUFFEN.

Les nombreux auteurs qui se sont occupés du *M'Boundou* ou *Icaja* ont eu principalement en vue l'analyse des phénomènes physiologiques déterminés par ce poison sur l'organisation animale; ils l'ont réalisée en se procurant des extraits de racines, de tiges et de feuilles obtenus à l'aide de procédés variables et en les administrant à des chiens, à des lapins et à des grenouilles. Par ce procédé, ils ont pu suivre et décrire les symptômes de l'intoxication en même temps que la marche de l'empoisonnement chez ces animaux.

Au dire de M. *Rabuteau* (1), la mort surviendrait au milieu des convulsions déterminées par la présence de la *Brucine*; pour MM. *Pécholier et Saint-Pierre* (2), le poison, après avoir produit des convulsions tétaniques, amènerait l'insensibilité, la paralysie puis la mort.

Plus récemment, en faisant l'étude du M'Boundou, M. *Kauffeisen* (3) y découvre la strychnine et constate les plus grandes analogies entre les effets produits par les extraits retirés des diverses parties de la plante et ceux que provoque l'alcaloïde si bien défini des Loganiacées.

En s'occupant enfin du même sujet, M. *Testut* (4) émet la pensée que le M'Boundou pourrait contenir deux alcaloïdes dont l'un produirait des effets convulsifs tandis que l'autre

(1) Comptes rendus de l'Acad. des sciences. T. LXXI, p. 353.

(2) Montpellier, médical, 1866.

(3) *Du M'Boundou ou poison d'épreuve du Gabon*. (Thèse de l'École supérieure de Pharmacie de Montpellier, 1876.)

(4) *Le M'Boundou du Gabon*, étude de physiologie expérimentale. G. Masson. Paris, 1878.

agirait à la façon des poisons stupéfiants ou des substances anesthésiques. C'est à ce dernier principe qui, intervenant plus tardivement peut-être ou s'éliminant plus difficilement que le premier et finissant en dernière analyse par dominer la scène physiologique, que serait due la mort, chez les grenouilles et chez les animaux à sang chaud qui ne succombent pas à la période de convulsion et d'asphyxie. Toutefois, comme cette assertion manque de tout contrôle expérimental, l'auteur ne lui accorde d'autre valeur que celle qui s'attache aux hypothèses non vérifiées.

Ces divergences d'opinions nous paraissant établir d'une manière évidente le peu de certitude qui règne sur la composition chimique et sur l'action physiologique du M'Boundou, et les circonstances nous ayant permis d'avoir à notre disposition une provision suffisante de cette plante toxique, nous nous sommes donnés pour tâche de trancher définitivement la question (1), à ce double point de vue et de terminer ainsi l'étude d'un végétal qui dernièrement encore a attiré l'attention des savants. Convaincus que notre rôle ne devait pas se borner là, nous avons également porté notre attention sur quelques parties de l'histoire de ce poison célèbre, restées jusqu'ici incomplètes ou tout à fait négligées (histochimie et toxicologie), nous réservant, du reste, de compléter cette étude, dans une autre publication, par l'examen de tout ce qui a trait à l'histoire naturelle du végétal.

I. Étude chimique.

Nous diviserons ce chapitre en deux paragraphes dont le premier comprendra la préparation des extraits employés dans nos essais physiologiques et l'extraction de l'alcaloïde contenu dans la plante. Dans le second, se trouveront consignées les réactions microchimiques qui servent à déceler au milieu de tissus la présence du principe actif.

(1) Nous devons tous nos remerciments à notre excellent ami M. le D[r] Bestion, médecin de la marine, qui a bien voulu, sur la demande de l'un de nous, profitant d'un séjour prolongé au Gabon, nous procurer, avec une abondante provision du *M'Boundou*, des renseignements que nous utiliserons dans la partie de ce travail exclusivement relative à l'histoire naturelle de ce *Strychnos*. Sans lui, l'ensemble de cette étude n'aurait jamais vu le jour.

§ 1. — Préparation des extraits.

Dans le but d'extraire les principes actifs du M'Boundou, certains auteurs ont commencé par soumettre les diverses parties de la plante à l'action de l'eau froide, puis de l'eau bouillante et ont continué l'épuisement par l'alcool et l'éther; d'autres se sont contentés de faire un macéré de la plante à l'aide de l'alcool à 90° pendant 15 jours.

Or, comme l'eau dissout une certaine quantité de la substance toxique du M'Boundou et lui enlève en même temps des matières extractives solubles (*résine, gomme, sucre*, etc., etc.), il est nécessaire de recourir ultérieurement à des précipitants et à des véhicules divers pour soustraire l'alcaloïde ou les alcaloïdes aux solutions de première extraction. A la suite de ce premier traitement il faut employer encore d'autres dissolvants (l'alcool et l'éther), dans le but de retirer les autres principes solubles. En opérant comme l'a fait M. le Dr *Testut* pour ses expériences physiologiques, c'est-à-dire en laissant macérer le M'Boundou dans l'alcool à 90° pendant 15 jours, on extrait, il est vrai, une certaine quantité de matière active, mais on ne parvient pas à l'enlever d'une manière complète, ainsi que nous avons eu l'occasion de le constater à plusieurs reprises dans le courant de nos opérations.

Il nous a donc semblé indispensable de soumettre les diverses parties de la plante à des extractions plus méthodiques et d'opérer dans un appareil à déplacement continu, à chaud d'abord par l'éther, puis par l'alcool et enfin de faire bouillir le résidu avec de l'eau. C'est en épuisant de la sorte l'écorce des racines et des tiges, puis le bois des racines et des tiges, et enfin les feuilles, que nous avons obtenu les résultants suivants :

Parties de la plante.	Extrait éthéré.	Extrait alcoolique.	Extrait aqueux.
	°/o	°/o	°/o
Bois des grosses racines ..	2,021	6,150	1,003
Bois des petites racines ...	2,071	6,428	1,000
Bois des grosses tiges	0,578	4,864	—
Bois des tiges minces	0,805	6,424	0,970
Feuilles	2,085	5,075	8,250
Écorce des grosses racines.	1,037	7,005	2,050
Écorce des petites racines.	1.080	7,002	1,855
Écorce des grosses tiges...	1,045	7,000	—
Écorce des tiges minces...	1,400	—	1,735

Les nombres ci-dessus expriment la quantité d'extrait p. 100 contenu dans les diverses parties de la plante.

Le poids de matière, qui nous a servi dans nos opérations, variait entre 10 et 15 grammes.

Nature des extraits. — Tous les extraits des racines et des tiges privées de leurs écorces sont bruns et présentent une légère réaction acide. Les extraits des feuilles et des écorces de tiges sont verts et doivent leur couleur à la chlorophylle dont les raies noires au spectroscope sont parfaitement reconnaissables.

Quant aux extraits éthérés ou alcooliques des racines, ils présentent à peu près la même couleur que ceux du bois. La matière colorante rouge intense contenue dans l'écorce des racines n'est donc pas soluble dans l'éther et dans l'alcool. En effet, quand on enlève de l'appareil à déplacement continu les racines ou les parties de racines non complètement privées d'écorces, on reconnaît parfaitement la coloration rouge de la partie épidermique, même quand l'épuisement a duré 2 ou 3 fois 24 heures. Les meilleurs dissolvants, les seuls d'ailleurs qui n'opèrent pas la décomposition de cette matière colorante rouge, sont les acides organiques, *tartrique*, *citrique* et *oxalique* en solution aqueuse. En faisant bouillir l'écorce rouge des racines avec l'un ou l'autre de ces acides, on obtient une solution rouge intense qui laisse déposer de nouveau la matière au bout d'un certain temps, après refroidissement de la liqueur. Les acides minéraux dissolvent également la matière rouge, mais pour la décomposer immédiatement en fournissant des liquides bruns; la potasse la dissout aussi en produisant également une solution brune, d'où il est possible de précipiter de nouveau la matière après addition d'un acide faible.

Les divers extraits éthérés et alcooliques présentent en outre un caractère commun : ils sont amers et produisent des secousses tétaniques chez la grenouille quand on injecte leurs solutions par voie hypodermique. La composition et la nature chimique de ces extraits varie. Les uns renferment relativement beaucoup de matières solubles dans l'eau, les autres en contiennent seulement des traces.

I. *Extrait éthéré des grosses racines* = 2,021 p. 100. Matière brun rouge, légèrement acide, très amère, presque complètement insoluble dans l'eau.

L'extrait mou est traité par de l'oxyde de plomb, humecté avec de l'alcool à 60° et évaporé au bain-marie. Cette opération est répétée une dizaine de fois. Au bout de ce temps, la matière pulvérulente est traitée par l'alcool bouillant et le liquide alcoolique est filtré. Après évaporation de l'alcool, on obtient une masse brunâtre pâle, qui, traitée par de l'eau légèrement aiguisée d'acide sulfurique, fournit un liquide incolore. Ce liquide, soumis à l'évaporation, fournit des aiguilles reconnaissables à l'œil nu.

Caractères chimiques de la solution sulfurique de cet extrait.

Iodure ioduré de potassium..............	=	précipité	brun.
Iodure de mercure et de potassium.......	=	—	jaune pâle.
Iodure de cadmium et de potassium......	=	—	blanc.
Iodure de bismuth et de potassium.......	=	—	brun.
Phospho-molybdate de sodium...........	=	—	jaune.
Acide tannique.........................	=	—	blanc.
Bichlorure de platine...................	=	—	blanc jaune.
Bichromate de potassium................	=	—	jaune.
Acide picrique.........................	=	—	jaune.
Carbonate de sodium....................	=	—	blanc.
Ammoniaque............................	=	—	blanc.

De l'ensemble de ces caractères il est donc permis de conclure à la présence d'un alcaloïde. Pour en déterminer la nature, la méthode généralement usitée, consiste à employer les acides concentrés *sulfurique, azotique, chlorhydrique,* soit isolément, soit additionnés de divers oxydants et à constater les phénomènes de coloration produits au contact de la substance desséchée. Les résultats fournis par l'expérience ont été les suivants : (on a opéré sur le sulfate évaporé à siccité).

1° *Acide azotique concentré* = absence de toute coloration; en évaporant la liqueur acide et en ajoutant au produit à peine jaunâtre une trace de solution de protochlorure d'étain ou de sulfhydrate d'ammonium, on n'obtient pas la moindre coloration. De ces deux réactions négatives, nous concluons à *l'absence* de Brucine.

2° *Acide sulfurique concentré* = à peine une coloration jaunâtre. Elle paraît due à la présence d'une faible quantité de matière résineuse.

3° *Acide sulfurique concentré, additionné d'une trace de bichromate de potassium* = superbe coloration bleue qui dis-

paraît au bout de quelques secondes pour faire place à une teinte violacée, puis rouge.

4° *Acide sulfurique concentré, additionné de fragments de bioxyde de manganèse* = même coloration bleue, passant au violet, puis au rouge et au brun.

5° *Acide sulfurique concentré, additionné de bioxyde de plomb* = même réaction.

Il résulte de là que la matière examinée ne contient pas trace de *brucine,* mais de la *strychnine* et qu'il n'existe pas d'autre alcaloïde dans le sulfate ainsi obtenu. Les réactions 3°, 4°, 5°, sont absolument identiques à celles que l'on obtient avec du sulfate de strychnine pur.

II. *Extrait alcoolique des grosses racines* = 6,150 p. 100. Matière brune, légèrement acide, très-amère. L'eau dissout 2,485; la partie insoluble = 3,665.

A. *La partie soluble* contient des matières minérales, car, en évaporant la solution à siccité et en calcinant le résidu, on obtient des cendres blanches, alcalines. Dans cette partie soluble se trouve une quantité notable de tannin, puisque le perchlorure de fer y fait naître une coloration noire. La liqueur de Bareswil est abondamment réduite et indique par conséquent la présence probable du glycose. Nous n'insistons pas sur la quantité de liqueur réduite dans ce cas, puisque des matières autres que la glycose peuvent produire cet effet réducteur.

La partie soluble, enfin, est très amère et produit le tétanos chez la grenouille, quand on l'injecte par voie hypodermique ou qu'on l'administre directement dans l'estomac. Cette solution aqueuse, traitée par l'ammoniaque, fournit un précipité jaune sale. Le précipité lavé et desséché, traité ensuite par l'eau aiguisée d'acide sulfurique, fournit un liquide qui donne tous les caractères de la strychnine. La solution sulfurique étendue précipite, en effet, par tous les réactifs énumérés ci-dessus. Évaporée à siccité, elle laisse apparaître des cristaux qui se colorent en bleu foncé en présence d'un mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potasse, de bioxyde de plomb ou de bioxyde de manganèse.

Ces mêmes cristaux ne se colorent pas en présence de l'acide azotique, ce qui exclut par conséquent la présence de la brucine.

B. *La partie insoluble* de l'extrait alcoolique n'avait pas, jusqu'à présent, attiré l'attention des chimistes qui se sont occupés de l'étude du M'Boundou. On considérait cette partie de l'extrait comme formée de résines et de matières grasses. Cependant, en traitant ce résidu par de l'oxyde de plomb, en ajoutant successivement au mélange de l'eau et de l'alcool et en répétant cette opération un grand nombre de fois, nous avons pu en extraire une certaine quantité de strychnine, parfaitement appréciable à l'aide des réactifs spécifiques, et démontrer qu'il n'existait pas de brucine mélangée à cette dernière base. Plusieurs injections hypodermiques ont été faites avec le sulfate obtenu au moyen de cette partie insoluble de l'extrait; elles ont produit sur les grenouilles des effets identiques à ceux des autres liquides examinés plus haut.

III. *Extrait éthéré des petites racines* = 2,071. Cet extrait se comporte de la même manière que celui obtenu à l'aide des grosses racines. De même que ce dernier, il se dissout en partie dans l'eau et fournit très nettement les réactions de la strychnine. Nous n'y avons pas décélé trace de brucine.

IV. *Extrait alcoolique des petites racines* = 6,428. Il est brun, légèrement acide et très amer. Il se dissout en partie dans l'eau.

La partie soluble A renferme (comme l'extrait II) de la glycose, du tannin et de la strychnine sans brucine.

Dans la partie insoluble B, il n'existe pas de brucine. Nous n'y avons constaté que de la strychnine. Nous n'avons porté notre attention que sur la présence ou l'absence des alcaloïdes, et n'avons pas cherché à déterminer la nature des matières insolubles. L'expérience semble indiquer que la strychnine se trouve combinée dans cette partie insoluble B à des acides gras. Pour le démontrer rigoureusement, il faudrait pouvoir opérer sur une quantité de matière plus grande que celle que nous avions à notre disposition.

V. *Extrait éthéré des grosses tiges* = 0,578. La quantité d'extrait est beaucoup plus faible que dans les cas précédents, mais ses propriétés chimiques et organoleptiques ne sont pas changées. L'extrait, en effet, est brun et très amer, comme ceux de I et III. En le soumettant à l'action de l'oxyde de plomb, afin de fixer les matières insolubles, on obtient, comme dans

les cas précédents, de la strychnine qui peut être extraite au moyen de l'alcool. La solution sulfurique de l'alcaloïde précipite par tous les *iodures doubles,* le *phosphomolybdate de sodium,* le *tannin,* le *bichlorure de platine,* le *carbonate de sodium* et *l'ammoniaque.* Les cristaux desséchés, traités par l'acide sulfurique concentré en présence des oxydants, se colorent en bleu, puis en violet et en rouge.

VI. *Extrait alcoolique des grosses tiges* = 4,684. Cet extrait se comporte de la même manière que ses correspondants des grosses ou des petites racines. En appliquant le procédé de *Stass* à l'extraction de la strychnine contenue dans cet extrait, on réussit parfaitement à démontrer la présence de cet alcaloïde et l'absence de la brucine.

VII. *Extrait éthéré des tiges minces* = 0,805. Malgré sa supériorité en principes actifs sur ceux de l'extrait fourni par les grosses tiges, nous constatons dans celui-ci, comme dans le précédent, une différence notable sur ceux désignés sous les chiffres I et III. Cet extrait éthéré est brun et très amer. Soumis à l'action de l'acide sulfurique étendu, il se dissout en partie. La solution, précipitée par l'ammoniaque, fournit un dépôt floconneux très abondant qui, lavé, desséché et repris par l'alcool, donne lieu à une solution cristallissable après refroidissement. Les cristaux, très visibles à l'œil nu, présentent tous les caractères de la strychnine. Ils se colorent en bleu violacé en présence des mélanges oxydants cités plus haut et restent entièrement incolores après traitement par l'acide azotique.

VIII. *Extrait alcoolique des tiges minces* = 6,428. Le poids de cet extrait est le même que celui du bois des petites racines. La substance active de l'extrait est constituée par de la strychnine, puisque cet alcaloïde peut y être décélé sans difficulté à l'aide du bichromate et de l'acide sulfurique.

IX. *Extrait éthéré des feuilles* = 2,085. Les feuilles, soumises à l'action de l'éther à chaud dans un appareil à déplacement continu, fournissent un extrait d'un beau vert et d'une amertume prononcée. La concentration des liquides laisse apparaître une masse de cristaux aiguillés, que nous croyions constitués par de la strychnine. Mais les essais tentés dans le but d'y démontrer la présence de l'alcaloïde ont été entièrement négatifs. Les acides *sulfurique, azotique* et *chlorhydrique* con-

centrés ne les altèrent pas. Ils ne se colorent pas en présence de *l'acide sulfurique* et du *bichromate de potasse.* Ils sont solubles dans *l'alcool, l'éther,* le *chloroforme,* le *sulfure de carbone,* la *benzine* et les *alcalis.* Ces réactions nous autorisent à penser qu'ils sont formés par un corps gras ou plutôt par un acide gras, mais dont la nature n'a pu être déterminée.

L'extrait éthéré des feuilles ne cède à l'eau, faiblement acidulée, qu'une très petite quantité de matière amère, précipitable par l'ammoniaque. Le précipité, lavé et séché, puis dissous dans l'alcool, fournit, après évaporation du véhicule, un dépôt cristallin qui jouit des propriétés de la strychnine.

La partie insoluble dans l'acide sulfurique étendu au 1/200 paraît être constituée uniquement par de la cire et des matières résineuses, mélangées de chlorophylle. La solution alcoolique bouillante de cet extrait laisse précipiter en effet une certaine quantité de matière qui semble constituée par de la cire, à en juger par sa fusibilité aux environs de 70°. La partie non précipitable à froid se comporte plutôt comme une résine, puisqu'elle se dissout parfaitement dans les alcalis caustiques.

X. *Extrait alcoolique des feuilles* = 5,075. Nous y constatons la présence de la strychnine sans brucine, en même temps qu'une forte proportion de matière réduisant la liqueur de Baresvill.

XI. *Extrait éthéré de l'écorce de grosses racines* = 1,037. Notre attention s'est principalement portée sur la nature de cet extrait pour constater s'il renferme de la strychnine ou de la brucine. Ce deuxième alcaloïde y fait complètement défaut; car, traité par l'eau légèrement acidulée, l'extrait ne cède pas au dissolvant la moindre trace de matière capable de se colorer en rouge en présence de l'acide azotique. L'autre base, c'est-à-dire la strychnine, y existe au contraire en qualité appréciable : il suffit, en effet, pour s'en convaincre de soumettre l'extrait à l'action de l'acide sulfurique étendu pour obtenir un liquide précipitable par l'ammoniaque. Le précipité obtenu dans ces circonstances renferme une assez forte proportion de matières résineuses incolores, en même temps que de la strychnine. Malgré la présence de ces corps étrangers non attaqués par l'acide sulfurique concentré, il est facile de déceler, dans le résidu de l'évaporation du liquide alcoolique, la présence de

l'alcaloïde. La matière rouge de l'écorce est complètement insoluble dans l'éther. L'extrait éthéré n'a donc qu'une couleur brunâtre et ne diffère presque pas, quant à sa teinte, de celle des extraits du bois.

XII. *Extrait alcoolique de l'écorce de grosses racines* = 7,005. Cet extrait, comme le précédent, présente une teinte brune. La matière colorante rouge sang ne se dissout donc pas dans l'alcool bouillant, ainsi que nous l'avons fait remarquer plus haut au commencement de ce chapitre.

En traitant une parcelle de l'extrait alcoolique par les mélanges oxydants, acide sulfurique et bioxyde de manganèse, bioxyde de plomb ou bichromate de potasse, on obtient instantanément une coloration bleu violacée, très fugace et passant rapidement au vert. Ce changement rapide ne permet pas de caractériser nettement la strychnine, malgré l'abondance relativement considérable de cette base. Pour démontrer comme dans les cas précédents, la présence de l'alcaloïde toxique dans les écorces, la partie la plus active de la plante, au dire des expérimentateurs, il importe de dissoudre l'extrait dans l'acide sulfurique étendu, de précipiter la solution par le carbonate de sodium ou par l'ammoniaque et de dissoudre ultérieurement le précipité dans l'alcool. On obtient alors un produit cristallisable qui se colore en bleu violacé au contact de bioxyde de plomb et de l'acide sulfurique. Le résidu provenant de l'évaporation de l'alcool ne présente pas la moindre teinte rosée en présence de l'acide azotique.

XIII. *Extrait éthéré de l'écorce de petites racines* = 1,080. Nous constatons la plus grande analogie entre le poids de cet extrait et celui de l'extrait n° XI. Ses propriétés chimiques sont également les mêmes.

XIV. *Extrait alcoolique de l'écorce de petites racines* = 7,020. Cet extrait est identique à celui du n° XII et, de plus, il présente le même poids p. 100 à une petite fraction près.

XV. *Extrait éthéré de l'écorce de grosses tiges* = 1,045. La chlorophylle dissoute par le véhicule colore l'extrait en vert. La majeure partie de l'extrait reste insoluble dans l'eau à cause des matières cireuses qui y sont contenues, mais il s'en dissout néanmoins une certaine proportion dans l'eau acidulée. Ce liquide évaporé à siccité donne immédiatement les caractères

de la strychnine. On ne parvient pas à y déceler la présence de la brucine.

XVI. *Extrait alcoolique de l'écorce de grosses tiges* = 7,000. La couleur de l'extrait est vert olive. Son amertume est très marquée. L'eau bouillante en dissout une très faible quantité, mais l'eau acidulée en extrait de la strychnine reconnaissable à l'aide des réactions connues.

XVII. *Extrait éthéré de l'écorce de tiges minces* = 1,400. Il présente les caractères analogues à ceux du n° XV.

XVIII. *Extrait alcoolique de l'écorce de tiges minces.* — Ses propriétés chimiques et physiques sont celles de l'extrait du n° XVI.

§ 2. — Extraction de la strychnine.

Les opérations qui précèdent se rapportent à la préparation des extraits qui ont servi à nos premières expériences physiologiques. Elles n'ont pu être faites qu'avec 10 à 15 grammes environ de matière. Comme nous avons eu la bonne fortune de recevoir plus tard 350 grammes de racines et de tiges, il nous a été possible d'opérer sur des quantités plus fortes. 30 grammes d'écorces obtenues par le râclage ont été traités séparément. D'autres opérations ont été consacrées à l'épuisement complet de 300 grammes de bois rapé.

a. Bois. — Nous avons divisé la matière en 3 lots de 100 grammes destinés à être traités par trois méthodes différentes employées pour l'extraction de la strychnine.

1. *Méthode à l'acétate de plomb.* — 100 grammes de poudre ont été soumis à l'action de l'alcool à 95° dans notre appareil à déplacement continu. Au bout de 3 jours, la majeure partie de l'alcool a été retirée par la distillation et la solution a été traitée par de l'acétate triplombique. Il s'est produit un précipité abondant jaune A, renfermant les matières colorantes, résineuses et les acides gras. Le précipité a été lavé à l'alcool jusqu'à épuisement, puis à l'eau.

Précipité A. — Après avoir été bien lavé, le précipité a été mis en suspension dans l'eau et traité par un courant d'hydrogène sulfuré. Le liquide filtré et évaporé était jaune clair et devenait brunâtre par la concentration. Il precipite en brun foncé presque noir les sels ferriques et se colore en rouge pon-

ceau en présenee de l'acide sulfurique. La coloration foncée due à l'action du perchlorure provient du tannin; tandis que la teinte rouge ponceau est le résultat de l'action de l'acide sur une résine particulière, résine qui jouit d'ailleurs de la propriété de précipiter par les réactifs des alcaloïdes. Nous nous sommes assurés qu'il en était ainsi et que la précipitation par les iodures doubles n'était pas due à la présence de la strychnine, parce qu'en essayant de rechercher cet alcaloïde dans la solution à l'aide du réactif caractéristique (acide sulfurique et acide chromique), nous n'avons obtenu aucune coloration.

Liquide B. — Le liquide acide jaunâtre a été traité par de la magnésie. On a eu soin d'évaporer le magma au bain-marie, d'ajouter de l'alcool étendu à plusieurs reprises et d'évaporer chaque fois afin de hâter la combinaison de la magnésie avec les bases qui pouvaient se trouver en dissolution dans l'acide acétique. Dans une dernière opération, on a évaporé la masse jusqu'à dessication complète et on a repris ultérieurement par de l'alcool à 85°. La solution alcoolique légèrement jaunâtre a été évaporée doucement au bain-marie. Il s'y est déposé bientôt une masse de petits cristaux qui, vus au microscope, présentent la forme des cristaux de strychnine, en même temps que ses propriétés chimiques.

2. *Procédé à la chaux.* — Nous avons épuisé un autre lot de 100 grammes de bois par de l'alcool faible additionné de 5 p. 100 d'acide sulfurique et nous avons traité par la chaux le liquide évaporé. La solution brun clair se décolore, car la matière colorante se fixe sur la chaux, en même temps que les matières résineuses. En épuisant le précipité par l'alcool à plusieurs reprises, en acidifiant la solution, concentrant et traitant finalement par l'ammoniaque, nous avons obtenu un précipité abondant soluble, il est vrai, partiellement dans l'eau, mais qui, après dessication et épuisement par l'alcool, nous a fourni un liquide dans lequel se sont déposés des cristaux aiguillés, constitués par de la strychnine.

3. *Procédé au carbonate de soude.* — La dernière partie de notre poudre (100 grammes) a été épuisée, comme les précédents, par l'alcool bouillant. La liqueur acide et concentrée a été traitée par le carbonate de soude. Il s'est formé un précipité très abondant jaune. Ce précipité a éte lavé à l'eau. *Les eaux*

mères réunies A évaporées, acidifiées par quelques gouttes d'acide sulfurique dilué, ont été mises en digestion avec de l'oxyde de plomb et abandonnées au bain-marie. Épuisé plus tard, après dessication complète, par de l'alcool à 85°, nous avons retiré de ce dépôt une quantité notable de strychnine cristallisée, d'où il résulte que le carbonate de soude n'avait pas précipité la totalité de l'alcaloïde et qu'une partie était restée dissoute dans la liqueur alcaline, ainsi que cela se présente quand on opère avec la strychnine pure.

Le précipité B, obtenu par le carbonate alcalin, a été dissous ultérieurement dans l'eau faiblement acide et soumis à l'évaporation spontanée sous la cloche à acide sulfurique. Au bout de 3 jours, nous avons assisté à la formation de cristaux aiguillés très nets, brillants et entièrement privés de matière colorante. Ces cristaux ont été réunis à ceux qui provenaient des deux expériences précédentes.

b. Écorce. — Les 30 grammes d'écorce ont été soigneusement traités dans un appareil à déplacement continu à l'aide de l'alcool bouillant. La liqueur alcoolique très colorée en brun laisse déposer à froid une grande quantité de matière noire résinoïde, qui s'attache fortement contre les parois du ballon. Nous avons remarqué en outre la production de globules graisseux dont le nombre augmentait par suite de la concentration du liquide et qui nous avaient échappé entièrement dans nos premières expériences portant sur des quantités de matière beaucoup moindres. Le liquide alcoolique étant évaporé, nous avons repris le résidu par de l'alcool très faible additionné d'acide sulfurique dilué et soumis ensuite cette solution à la précipitation par la chaux, comme pour le procédé n° 2 précédemment décrit. Après dessication complète du précipité, nous l'avons fait bouillir avec du chloroforme et abandonné la liqueur sous la cloche à acide sulfurique. Il s'est produit une cristallisation très nette d'aiguilles enchevêtrées présentant tous les caractères de la strychnine.

Quant aux autres cristaux provenant de l'extraction du bois, nous les avons retransformés en sulfate à l'aide d'une eau sulfurique extrêmement faible. La solution acide a laissé déposer des cristaux entièrement blancs.

§ 3. — **Dosage de la strychnine.**

La faible quantité de matière sur laquelle nous avons opéré pour la préparation de nos extraits, ne nous a pas permis de doser directement l'alcaloïde. Cette opération eut nécessité des cristallisations répétées soit de la strychnine ou de son sulfate, comme nous venons de le faire pour l'extraction à l'aide de 300 grammes de bois. Néanmoins pour apprécier la richesse de ces extraits, nous avons employé une méthode indirecte de dosage, consistant à comparer leurs solutions à une liqueur titrée de sulfate de strychnine. Cette dernière contenait 0 gr.,05 d'alcaloïde dans 250^{cc} d'eau, soit 0 gr.,02 dans 100^{cc}.

A ce degré de dilution, la solution de sulfate de strychnine ne précipite ni par l'ammoniaque, la potasse, le carbonate ou le bicarbonate de soude, mais elle fournit un précipité très net avec l'iodure iodé de potassium. Le réactif de Mayer (préparé avec 1,35 de bichlorure), quoiqu'indiqué comme un des meilleurs précipitants de la strychnine, n'y donne qu'un trouble laiteux; il ne fournit pas même de précipité floconneux dans une solution de l'alcaloïde à 0,5 p. 100, mais un trouble opalin très prononcé. Malgré cela, nous avons essayé de nous servir de ce réactif pour évaluer l'opacité des solutions de nos extraits, après addition de ce sel double. Les réactions ont été faites avec la dissolution des divers extraits à l'aide d'une eau sulfurique au 1/1000. Nous avons reconnu néanmoins, à la suite d'un certain nombre d'essais, que ce procédé de dosage était défectueux, par la raison que certains extraits dont l'amertume était peu prononcée et qui par conséquent ne devaient contenir que peu de strychnine, accusaient au contraire une proportion d'alcaloïde beaucoup plus considérable que d'autres. Nous avons constaté que cette cause d'erreur provenait de la présence de la résine qui, malgré la faible quantité d'acide sulfurique employée pour dissoudre l'alcaloïde, entrait en solution et se séparait de nouveau sous forme de flocons plus ou moins abondants après addition du réactif. Comme nous l'avions soupçonné en commençant, le réactif de Mayer ne peut donc pas convenir pour opérer le dosage indirect.

L'iodure iodé de cadmium, beaucoup moins sensible que

l'iodure double de mercure et de potassium, ne pouvait pas mieux nous servir à déterminer la quantité d'alcaloïde, parce qu'il présente les mêmes inconvénients.

Il en est de même de l'iodure ioduré de potassium qui, malgré sa grande sensibilité quand il s'agit de solutions d'alcaloïde parfaitement pur et cristallisé, fournit, comme les réactifs précédents, un dépôt abondant de résine mélangé à la base qu'on se propose de déterminer.

En présence de ces insuccès, il ne nous restait donc, comme moyen de dosage indirect, qu'à faire usage du mélange d'acide sulfurique concentré additionné de bichromate. Ce procédé nous a toujours donné des résultats satisfaisants.

Il consiste à évaporer un volume déterminé de la solution de strychnine pure à 0 gr.,02 p. 100 et à examiner si une gouttelette du réactif ajouté au produit sec de l'évaporation permet de constater la coloration bleue de l'alcaloïde et d'autre part à prendre un même volume de la liqueur à analyser et à rechercher l'identité de la coloration dans les circonstances entièrement analogues. Malgré la faible quantité de résine dissoute, dans le cas où il s'agit des solutions d'extraits, la coloration bleue est facile à apprécier. La meilleure manière d'effectuer ce dosage par comparaison consiste à évaporer la solution faiblement colorée, à traiter d'abord par de l'acide sulfurique et à n'ajouter après coup que le mélange d'acide et de bichromate ; dans ce cas, la teinte bleue est très manifeste.

La liqueur titrée de strychnine, au degré de dilution indiqué, fournit comme nous venons de le dire une coloration bleue intense ; mais en la diluant, la teinte bleue devient moins prononcée. A partir d'une certaine limite elle fait entièrement défaut. Il en est absolument de même quand on ajoute des quantités d'eau de plus en plus grandes à la solution sulfurique des extraits : il arrive un moment où la coloration bleue produite par l'addition de l'acide sulfurique mélangé de bichromate ne se manifeste plus. Il suit de là qu'en se guidant, d'une part sur l'identité de teinte produite par le réactif en présence d'un volume déterminé de solution titrée de sulfate de strychnine pure évaporée à siccité, et d'un même volume de la liqueur à analyser, et d'autre part sur la disparition de la teinte bleue après addition du réactif à ces liqueurs diluées, on peut saisir deux

points de repère qui permettent d'évaluer leur richesse en strychnine.

Le procédé opératoire ne présente pas de difficultés; il suffit d'employer toujours des volumes de liquide identiques.

Préparée comme nous venons de le dire, la solution titrée de strychnine à 0,02 p. 100 se colore abondamment en présence du réactif. Étendue de 5 volumes d'eau, la teinte est encore parfaitement appréciable; elle l'est encore un peu quand on y ajoute 10 volumes d'eau; mais la coloration n'est plus sensible après addition de 15 volumes d'eau. Nous n'avons pas besoin de plus de 5 gouttes de liquide pour faire l'essai. Ce petit volume est évaporé à siccité au bain-marie et traité ensuite par le réactif en question. La limite de sensibilité se réduit donc à 5/1.000.000.

En effet notre liqueur titrée renferme :

	0,02	p. 100^{cc}
d'où	0,0002	p. 1^{cc}

or, en diluant la liqueur de manière à obtenir 10^{cc}, nous arrivons à :

0,0002 p. $(1^{cc}+9^{cc}$ d'eau$) = 10^{cc}$

Ces 10^{cc} de liquide dilué représentent 200 gouttes; soit donc :

0,0002	p. 200	gouttes.
0,00002	p. 20	gouttes.
0,000005	p. 5	gouttes.

C'est à ce degré de dilution que la sensibilité est encore manifeste; on peut donc apprécier à 5/1.000.000 la quantité de strychnine contenue dans la liqueur; c'est par conséquent à cette limite près qu'on peut déterminer la proportion de strychnine contenue dans nos divers extraits du M'Boundou.

Cette approximation est plus grande que celle indiquée par Draggendorff pour le réactif de Mayer, qui ne permet d'apprécier la strychnine qu'à 1/150.000 près. Nous avons déjà dit plus haut que, dans le cas présent, le réactif de Mayer ne pouvait pas nous servir, puisque l'addition de l'iodure ioduré de mercure produit dans les solutions des extraits un précipité trop abondant dans lequel l'alcaloïde est mélangé à une quantité considérable de résine.

§ 4. — Réactions histochimiques.

Il nous a semblé intéressant de chercher à constater par le microscope la présence de la strychnine dans l'écorce et dans le bois à l'aide des réactifs caractéristiques. A cet effet, nous avons fait usage d'acide sulfurique additionné de bichromate de potasse ou de bioxyde de manganèse. Mais la coloration violette, qui apparaît avec tant de netteté en présence de la base cristallisée ou de l'un de ses sels, ne se manifesta point sur la préparation microscopique du bois ou de l'écorce du M'Boundou. On aperçoit bien une coloration brune ou noire dès que la liqueur acide est mise en contact de la coupe, mais sans que l'on puisse saisir la teinte bleuâtre ou violacée caractéristique de la strychnine. Néanmoins en remplaçant dans les deux cas l'acide sulfurique concentré par un acide dilué, on arrive à un résultat très net; de plus, ce n'est pas seulement avec le bichromate et le permanganate que la réaction caractéristique de la strychnine est appréciable, mais encore avec tous les autres oxidants cités par les auteurs.

Acide sulfurique et acide chromique. — Nous prenons 10 à 20 grammes d'acide concentré; nous y ajoutons 3 à 5 grammes d'acide chromique cristallisé, nous triturons avec une baguette de verre, nous laissons reposer pendant un quart d'heure et nous prélevons à l'aide d'une pipette le liquide orange qui surnage les cristaux; nous laissons tomber 25 à 30 gouttes de ce liquide coloré dans 10 gouttes d'eau et nous obtenons ainsi une liqueur jaune renfermant encore un excès d'acide chromique sous forme de précipité rouge : cette liqueur est suffisamment diluée, sans toutefois l'être trop, pour donner en présence de la strychnine une coloration violette. Elle fournit la même coloration quand on y imbibe des morceaux d'écorce des tiges ou des racines et permet surtout de découvrir, sous le microscope, les diverses parties de la plante gorgées d'alcaloïde. Quand on examine une coupe d'écorce de racines par exemple, on distingue une foule de cellules qui d'un instant à l'autre prennent une teinte violet foncé, teinte qui passe ensuite au rose pâle; il en est de même pour les cellules de l'écorce de la tige. Mais une coupe transversale ou longitudinale du bois ne se colore que

très faiblement et de plus la teinte violet pâle ne se maintient que pendant un instant. Ces réactions microchimiques concordent donc entièrement avec l'analyse des diverses parties de la plante. Elles démontrent l'accumulation de l'alcaloïde dans l'écorce des tiges et des racines, mais surtout des racines, et la présence de minimes quantités seulement dans le bois.

Acide sulfurique et bichromate de potasse. — Nous arrivons au même résultat que ci-dessus en employant de l'acide sulfurique et en y diluant le 1/8 de son volume d'eau. Nous écrasons un cristal de bichromate dans la solution et la liqueur jaune nous sert de réactif.

Acide sulfurique et hypermanganate de potasse. — L'acide est dilué de 1/8 de son volume d'eau. Quand le mélange est refroidi on y ajoute un tout petit cristal d'hypermanganate. La solution, d'abord rosée, pâlit de plus en plus et passe au vert très tendre. Cette liqueur est un excellent réactif pour déceler la strychnine dans les cellules de l'écorce.

Acide sulfurique et bioxyde de manganèse. — Tous les livres d'analyse et de toxicologie indiquent ce mélange pour la constation de la strychnine; il rend en effet d'excellents services lorsqu'il s'agit de caractériser un cristal de cette base organique ou de l'un de ses sels. Il suffit de le toucher avec une baguette de verre imprégnée du mélange ci-dessus pour obtenir instantanément une coloration violette intense; mais lorsqu'il s'agit de constater la présence du toxique dans les cellules de l'écorce, on ne peut pas se servir du réactif dans ces conditions. Pour les besoins de nos recherches microchimiques, nous le modifions de la manière suivante : nous laissons séjourner, au-dessus du bioxyde de l'acide sulfurique dilué d'un huitième de son volume d'eau. Lorsqu'au bout de 24 heures le bioxyde est entièrement déposé, nous prélevons une gouttelette de l'acide et nous la portons sur la préparation microscopique : les cellules à strychnine apparaissent immédiatement avec la coloration violette particulière.

Acide sulfurique et bioxyde de plomb. — En écrasant l'écorce sur le porte-objet du microscope avec un mélange d'acide sulfurique au huitième avec du bioxyde de plomb, on obtient la coloration violette, mais il est difficile de reconnaître les cellules à strychnine et de les différencier de celles qui n'en renferment

pas. Par conséquent nous ne conseillons pas ce réactif pour les recherches microchimiques, quoiqu'il rende d'excellents services pour la constatation de la strychnine cristallisée.

Acide sulfurique et cyanure rouge. — Nous écrasons un petit cristal de cyanure rouge dans de l'acide sulfurique dilué de 1/8 de son volume d'eau et nous employons le liquide jaune pâle pour les recherches microscopiques. Dès que la solution vient au contact de la coupe de l'écorce, on constate la coloration violette intense de certaines cellules, tandis que d'autres restent intactes et conservent leur coloration normale.

Acide sulfurique et chlorate de potasse. — Nous opérons toujours avec l'acide dilué au 1/8, auquel nous ajoutons un petit cristal de chlorate. Le mélange se prête à la réaction, mais d'une manière moins avantageuse que les autres, puisque la coloration violette n'est pas assez sensible.

Acide sulfurique et iodate de potasse. — Ce réactif, de même que le précédent, ne fournit pas de résultats suffisamment nets, puisque la coloration, au lieu d'être violette, ne dépasse pas le rose; il ne peut donc pas servir dans les circonstances présentes.

Acide sulfurique et oxyde de céréum. — Divers auteurs conseillent l'emploi de ce mélange pour déceler la présence de la strychnine cristallisée. Nous avons cherché à l'appliquer au cas particulier de la recherche de cet alcaloïde dans l'écorce et le bois du M'Boundou. Nous avons réussi, non sans peine, à arriver à un bon résultat. L'acide sulfurique, préalablement dilué de 1/8 de son volume d'eau, a été chauffé au bain-marie avec l'oxyde de céréum; au bout d'un quart d'heure, la partie soluble constitue un excellent réactif de l'alcaloïde, puisqu'en la portant sur la préparation microscopique on peut différencier les cellules contenant de la strychnine d'avec celles qui n'en renferment pas.

En résumé, tous les réactifs de la strychnine, convenablement préparés c'est-à-dire dans un état de concentration dont nous avons déterminé la limite à la suite de longs tâtonnements, peuvent servir à la recherche du principe toxique contenu dans le M'Boundou. L'alcaloïde ne réside pas dans les cellules rouges du suber, mais dans les cellules de couleur jaune pâle (libériennes) qui, dans l'écorce des racines et des tiges, sont dispo-

§ I. — Étude de la contraction musculaire (1).

PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCES. — *Sulfate de strychnine.*

EXPÉRIENCE I. — Injection sous-cutanée de 1^{cc} d'une solution aqueuse à 1 p. 100, c'est-à-dire de $0^{gr},001$ de ce sel.

Grenouille verte de grosseur moyenne (*Rana agilis*, Thomas).

25 mars. — *Début de l'expérience à 2 heures* 10. — 2 heures 10. La pointe du myographe ne trace qu'une suite de lignes droites qui se superposent : au bout de cinq tours (l'appareil étant réglé de manière à faire un tour par minute), légère secousse qui relève la pointe et qui indique manifestement une contraction musculaire. Nous n'avons pas conservé les trois premières contractions musculaires qui présentent un caractère identique ; nous n'indiquons ici que celle qui présente une forme spéciale (fig. 1).

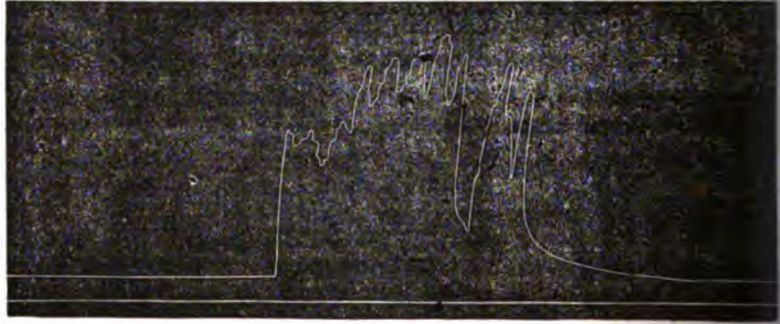


Fig. 1.

2 heures 30 (fig. 1).— Mêmes particularités que dans la précédente secousse.

2 heures 34 (fig. 2). — Plusieurs contractions analogues à la précédente se succèdent dans l'espace de quelques minutes ; mais, à l'heure indiquée, le caractère de la contraction change ; montée brusque de la pointe du myographe, oscillations très petites pendant un instant, oscillations plus fortes jusqu'à un minimum (1) ; nouvelle ascension du levier suivie de nouvelles oscillations et descente au minimum (2) ; troisième ascension indiquant une contraction suivie de secousses plus ou moins grandes jusqu'à la limite (3).

A partir de ce moment, le caractère des oscillations reste le même pendant fort longtemps. Nous voyons toujours une ascension rapide de l'aiguille de l'instrument, suivie d'un abaissement brusque, puis une série d'oscillations plus ou moins fortement accentuées et l'arrivée de l'aiguille suivant une courbe assez régulière non ondulée jusqu'au point 4.

2 heures 37 (fig. 3). — Pendant 2 minutes, de 2 heures 34 à 2 heures 36,

(1) Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de M. le professeur Beaunis, avec le concours de M. le préparateur du cours et de M. le Dr René, chef des travaux de physiologie de la Faculté de médecine de Nancy. Nous le prions de vouloir bien accepter ici nos remerciements pour leur bienveillant concours.

la forme des contractions est à peu près semblable à celle que nous indiquons

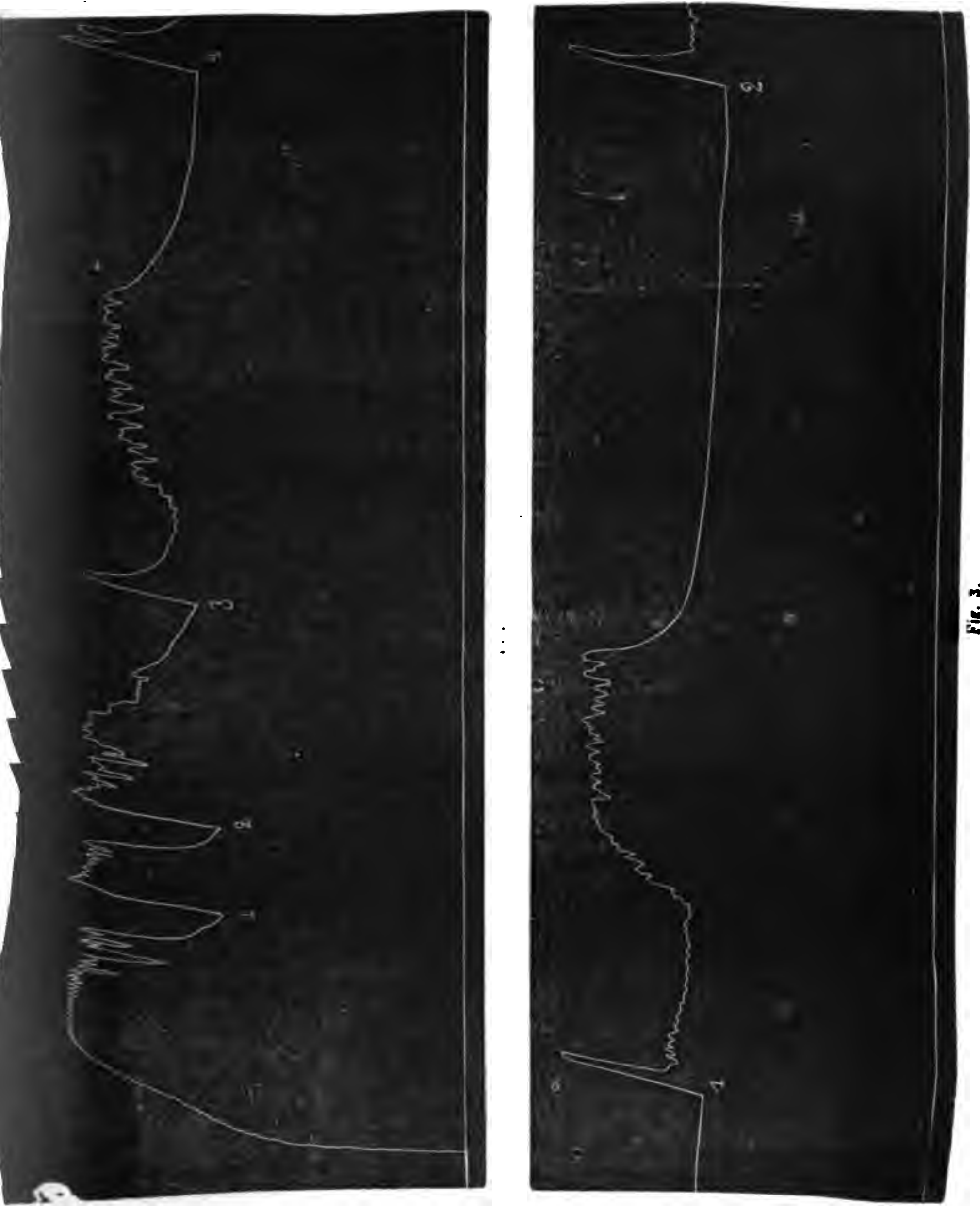


Fig. 3.

figure 2, depuis le point 1 jusqu'à 4. Ces oscillations successives se répètent plus tard à partir de 2 heures 37, ainsi que l'indique notre figure 3. Seule-

ment, la ligne de descente devient moins brusque et correspond, par conséquent, à un allongement graduel du muscle.

2 heures 40. — Les mêmes secousses se reproduisent (fig. 4). Elles portent



Fig. 4.

le caractère d'une secousse musculaire normale, suivie d'une série d'oscillations très petites, constituant pour ainsi dire le haut d'un plateau dont la partie de gauche est formée de petites oscillations analogues à celles qui se trouvent sur la partie supérieure du plateau et dont la courbe de descente est régulière sans présenter d'oscillations.

Expérience II. — Injection sous-cutanée de 0^{cc},8 d'une solution aqueuse de sulfate de strychnine à 1 p. 100, c'est-à-dire de 0^{gr},0008 de ce sel.

Grenouille verte (semblable à la précédente) de grosseur moyenne (*Rana agilis*, Thomas).

26 mars. — *Début de l'expérience à 9 heures.* — 9 heures. — On ne remarque aucune oscillation dans les premières minutes qui suivent le commencement de l'expérience. Plus tard, quelques secousses musculaires, dont la nature est bien connue, et enfin :

9 heures 8 (fig. 5). — Une secousse différente de celle que nous a donnée la première expérience.

9 heures 10. — A la suite de plusieurs tracés analogues à celui de figure 5, nous en trouvons, sur figure 6, un autre entièrement semblable à celui de figure 2. Il est caractérisé par une ascension brusque de l'aiguille du myographe, ascension suivie d'un ensemble de petites oscillations qui se maintiennent sur une longueur assez grande. Les oscillations s'accentuent davantage. Elles présentent des minima 1, 2, 3, 4 correspondants aux points 1, 2, 3, de la figure 2, puis un autre minimum 5, et ainsi de suite.

9 heures 15 (fig. 7). — Après une certaine quantité de tours, le caractère des oscillations change. Nous ne voyons plus comme dans figure 6, entre 1 et 2, 2 et 3, 3 et 4, une ascension brusque suivie de quelques oscillations placées à peu près sur une ligne horizontale, mais une ascension brusque, puis une descente et une nouvelle ascension ondulée, suivie à son tour d'une série d'oscillations assez régulières.

Le caractère de ces oscillations comprises entre 5 et 6 de figure 7 se retrouve sur figure 8, et présente la plus grande analogie avec ce que nous avons observé, figure 3 et figure 4.

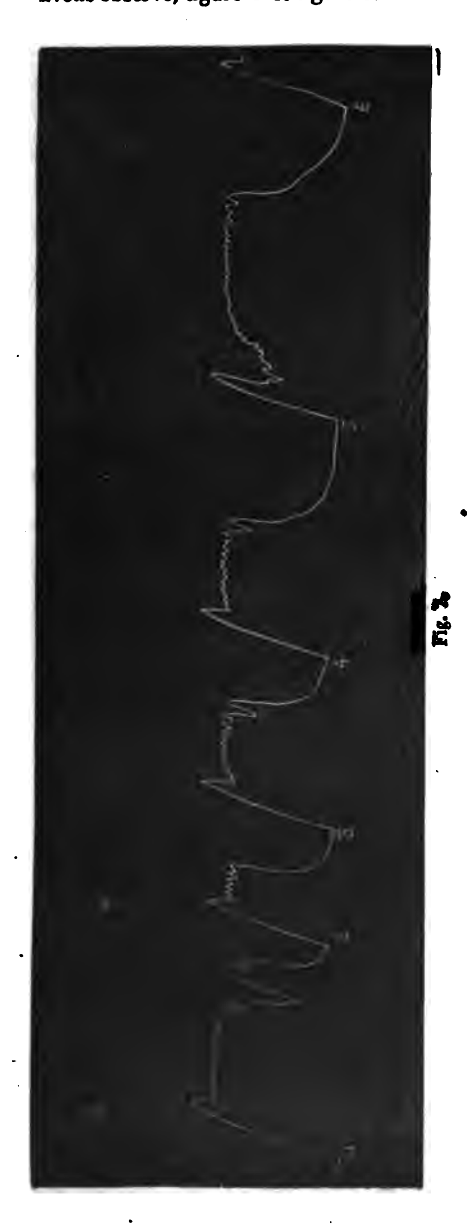


Fig. 7.



Fig. 8.

Expérience III. — Injection sous-cutanée de 0,0005 de sulfate de strychnine en solution aqueuse.

Grenouille jaune de grande taille (*Rana fusca*, Roesel).

27 mars. — *Début de l'expérience à 2 heures* 40. — 2 heures 40 (fig. 9). — Quand le tambour est mis en mouvement avec la vitesse de 1 tour à la minute, il tourne 4 fois avant que l'aiguille du myographe dévie de la ligne droite. Plus tard, c'est-à-dire au bout du 5ᵉ tour, elle fait un mouvement brusque qui correspond à une contraction musculaire volontaire. Après le 6ᵉ tour, on constate un tracé différent des deux premiers et qui se trouve indiqué sur figure 9 par le chiffre 6; au 7ᵉ tour, l'oscillation de l'aiguille donne une ascension brusque et une descente présentant deux crochets, ainsi que l'indique le chiffre 7 sur figure 9, et qui distingue par conséquent le nouveau tracé des quatre premiers correspondants à la contraction musculaire normale.

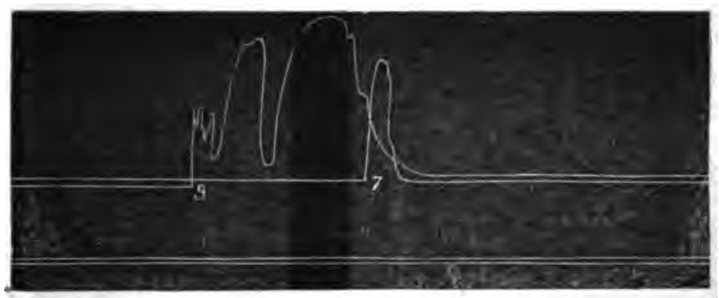


Fig. 9.

2 heures 49. — Au 9ᵉ tour, l'aiguille monte brusquement. La contraction du muscle s'effectue. Cette contraction est accompagnée de contractions plus faibles indiquées par une ligne finement ondulée, qui se termine par d'autres contractions analogues à celles que nous avons déjà constatées dans les deux premières expériences. Le muscle s'allonge de nouveau sans revenir à la longueur primitive. La différence de longueur correspond à la distance BC (fig. 10), comprise entre la courbe DC et la ligne ponctuée AB (qui est la continuation du tracé AX), ligne donnant la position de l'aiguille du myographe au repos.

2 heures 50 (fig. 11). — Au bout d'un nouveau tour du cylinde, nous voyons l'aiguille se soulever comme précédemment. L'ascension est brusque, mais aussitôt, après l'aiguille retombe, exécute ensuite des oscillations en passant par plusieurs minima 1, 2, 3 pour arriver définitivement à une chute pareille à la chute DC de la figure 10.

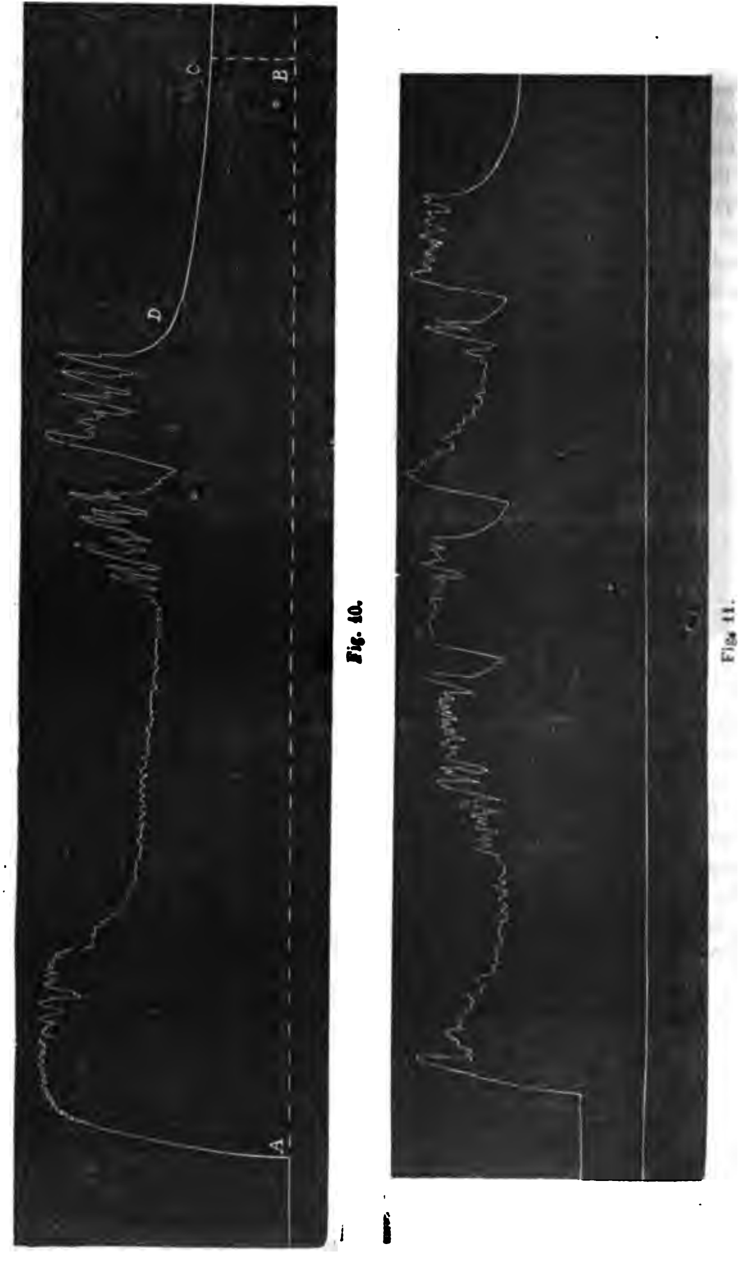


Fig. 10.

Fig. 11.

2 heures 55 (fig. 12). — Des oscillations semblables à celles de figure 11 se

continuent pendant un certain temps, en diminuant toutefois d'intensité, jusqu'à ce qu'enfin elles deviennent très faibles et pareilles à ce que donne notre tracé de figure 12, où nous voyons la 26e et la 30e contractions affecter le même caractère.



Fig. 12.

3 heures 10 (fig. 13). — Les contractions 47, 49 sont semblables aux précédentes; elles indiquent des ascensions brusques de l'aiguille et des chutes opérées à la suite de quelques faibles oscillations. Les tracés se continuent encore pendant quelque temps, en affectant toujours le même caractère, mais en diminuant toujours d'intensité.

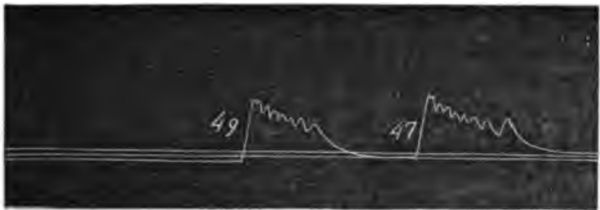


Fig. 13.

Expérience IV. — Injection sous-cutanée de $0^{gr},0008$ de sulfate de strychnine en solution aqueuse.

Grenouille jaune de grandeur moyenne (*Rana fusca*, Roesel).

27 mars. — *Début de l'expérience à 3 heures* 40. — 3 heures 40 (fig. 14). — Nous indiquons ici les premières contractions musculaires. Le mouvement de descente n'est pas aussi régulier que ceux que l'on observe dans les

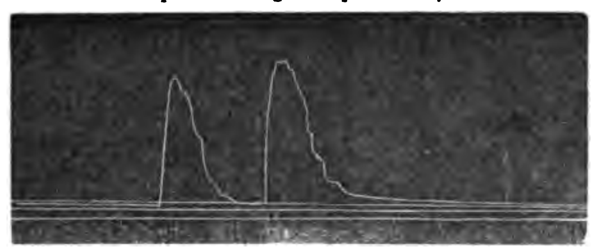


Fig. 14.

contractions musculaires normales chez une grenouille à l'état normal dont

on vient à pincer la patte. Ces contractions se sont produites à la suite des 3e et 4e tours du tambour.

3 heures 45 (fig. 15). — Nous trouvons sur cette figure 15 un tracé (1) semblable à celui de la figure 14, mais un autre qui en diffère par les oscillations répétées dans le mouvement de descente (2).

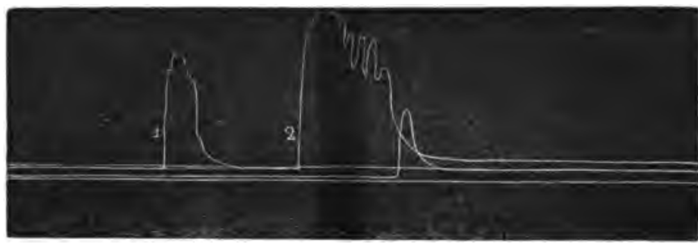


Fig. 15.

3 heures 48 (fig. 16). — Ascension rapide de l'aiguille ; descente jusqu'à la moitié de la hauteur suivie de nombreuses oscillations qui se maintiennent sensiblement sur une ligne horizontale pour se terminer par une série d'oscillations plus étendues. La descente finale se fait suivant une ligne régulière.



Fig. 16.

3 heures 49 (fig. 17). – Nouvelle ascension brusque; l'aiguille oscille très faiblement ; elle indique presque une ligne droite qui se maintient pendant

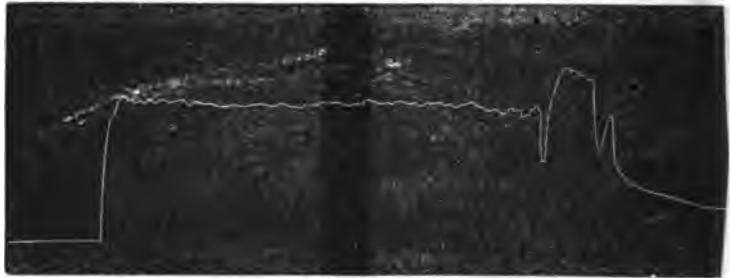


Fig. 17.

un certain temps à la hauteur maxima primitive pour tomber définitivement à la suite de deux oscillations plus fortes.

3 heures 50 (fig. 18). — Le type de ces oscillations se continue. La durée de chacune d'elles est moins considérable que celles des figures 16 et 17, mais leur caractère reste le même. La figure 18 représente deux oscillations successives.

3 heures 55 (fig. 19). — Nous voyons ici encore se produire des oscillations du même genre.

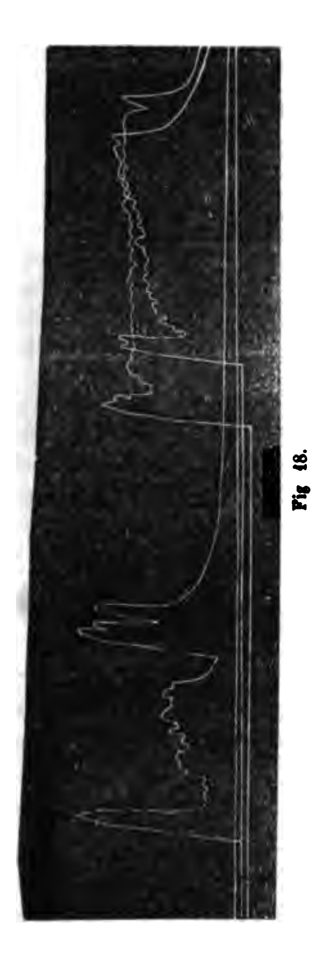


Fig 18.

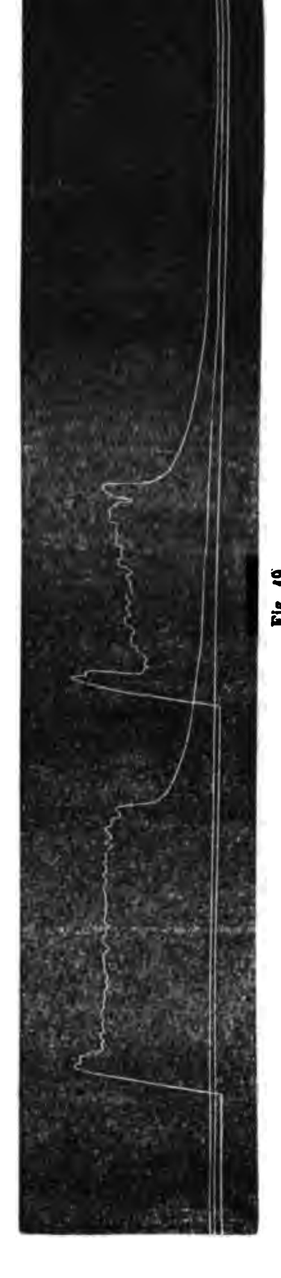


Fig. 19.

4 heures 2. — Quand l'animal s'épuise, les contractions diminuent d'intensité et le graphique des oscillations de l'aiguille ressemble en tous points à celui que donne figure 13.

EXPÉRIENCE V (à fortes doses). — Injection sous-cutanée de 0,01 de sulfate de strychnine en solution aqueuse.

Grosse grenouille verte du poids de 53 grammes.

10 février. — *Début de l'expérience à 2 heures 20.* — 2 heures 20. — La grenouille est fixée sur la planchette : le muscle de la jambe est fixé au myographe. Le nerf sciatique est mis à nu et retenu par le double crochet qui communique avec l'excitateur de Dubois-Raymond.

Contraction volontaire. — On excite le nerf et l'on observe immédiatement une série de contractions excessivement rapides dont l'amplitude augmente considérablement au 3e tour du cylindre.

2 heures 25. — L'excitation de la pile cesse et le tracé n'indique plus que des lignes droites entrecoupées par des contractions musculaires qui diminuent peu à peu d'amplitude et qui deviennent en même temps de plus en plus rares.

2 heures 38. — Au bout du 13e tour du cylindre, on fait passer de nouveau le courant d'abord avec une intensité = 0°, puis en mettant la bobine à la division 10°. On ne remarque qu'une différence minime dans chacun de ces cas. Quand on a porté l'excitation à son maximum, c'est-à-dire en plaçant la bobine mobile à la division 40°, la contraction musculaire n'est guère plus appréciable que celle qui l'a fait naître en maintenant l'excitateur à 0°.

Il suit de là, que le muscle de la grenouille est paralysé puisqu'il ne répond plus aux excitations électriques.

En résumé, nous constatons, après l'injection d'une certaine quantité de sulfate de strychnine variant entre 0,001 et 0,0005, un même ordre d'oscillations de l'aiguille du myographe. Quelques minutes après l'injection du toxique, nous observons des secousses musculaires un peu différentes des secousses normales, en ce sens que le mouvement de descente n'est pas régulier, puis, presque immédiatement après, des contractions très violentes caractérisées par des oscillations très petites après que l'aiguille a atteint le maximum de hauteur. Ces grandes contractions se succèdent à de courts intervalles. Elles indiquent les mouvements tétaniques. Ces mouvements diminuent d'intensité, mais conservent un caractère spécial que l'on retrouve dans toutes les contractions ultérieures, quoique beaucoup plus faibles que les premières. Le graphique fourni par un grand nombre de grenouilles, reste sensiblement le même; il diffère,

ainsi que les figures ci-dessus l'indiquent, par l'intensité seulement. Aux doses fortes (0,001 à 0,01 pour 50 du poids de l'animal) nous constatons la paralysie des muscles qui ne répondent plus aux excitations. Les mêmes résultats sont obtenus avec des doses très fortes de solution aqueuse d'extrait d'écorces de racines de M'Boundou.

DEUXIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES. — *M'Boundou.*

EXPÉRIENCE I. — Injection sous-cutanée de 0cc,5 d'une solution aqueuse de l'extrait alcoolique de racine du M'Boundou.

Grenouille jaune de grandeur moyenne (*Rana fusca*, Roesel).

29 mars. — *Début de l'expérience à 9 heures 15.* — 9 heures 15 (fig. 20). — Dans les quatre premières minutes qui suivent le début de l'expérience, la pointe du myographe trace des lignes droites qui se superposent. Plus tard, c'est-à-dire au bout du 4e tour du tambour, nous remarquons une secousse qui ne correspond pas au graphique d'une secousse musculaire simple; elle présente des écarts très marqués (4). La secousse suivante marquée (5) est différente de la première ; l'ascension est scindée en deux parties, la descente, au contraire, est régulière ; il en est de même de la secousse (6) qui déjà affecte le caractère que nous retrouvons d'une manière plus prononcée dans les secousses suivantes.

9 heures 22 (fig. 21). — A partir de ce moment, la nature du graphique semble prendre une forme régulière. Nous trouvons une suite de tracés analogues à ceux qui sont représentés sur notre dessin par 16, 17, 18, 19. L'ascension de l'aiguille est brusque, sa descente l'est également ; mais entre ces deux limites extrêmes, nous la voyons se maintenir sur une ligne sensiblement horizontale 16, 17 et 18. Plus tard, cependant, le tracé change de nature et montre une suite d'oscillations plus ou moins étendues (19).

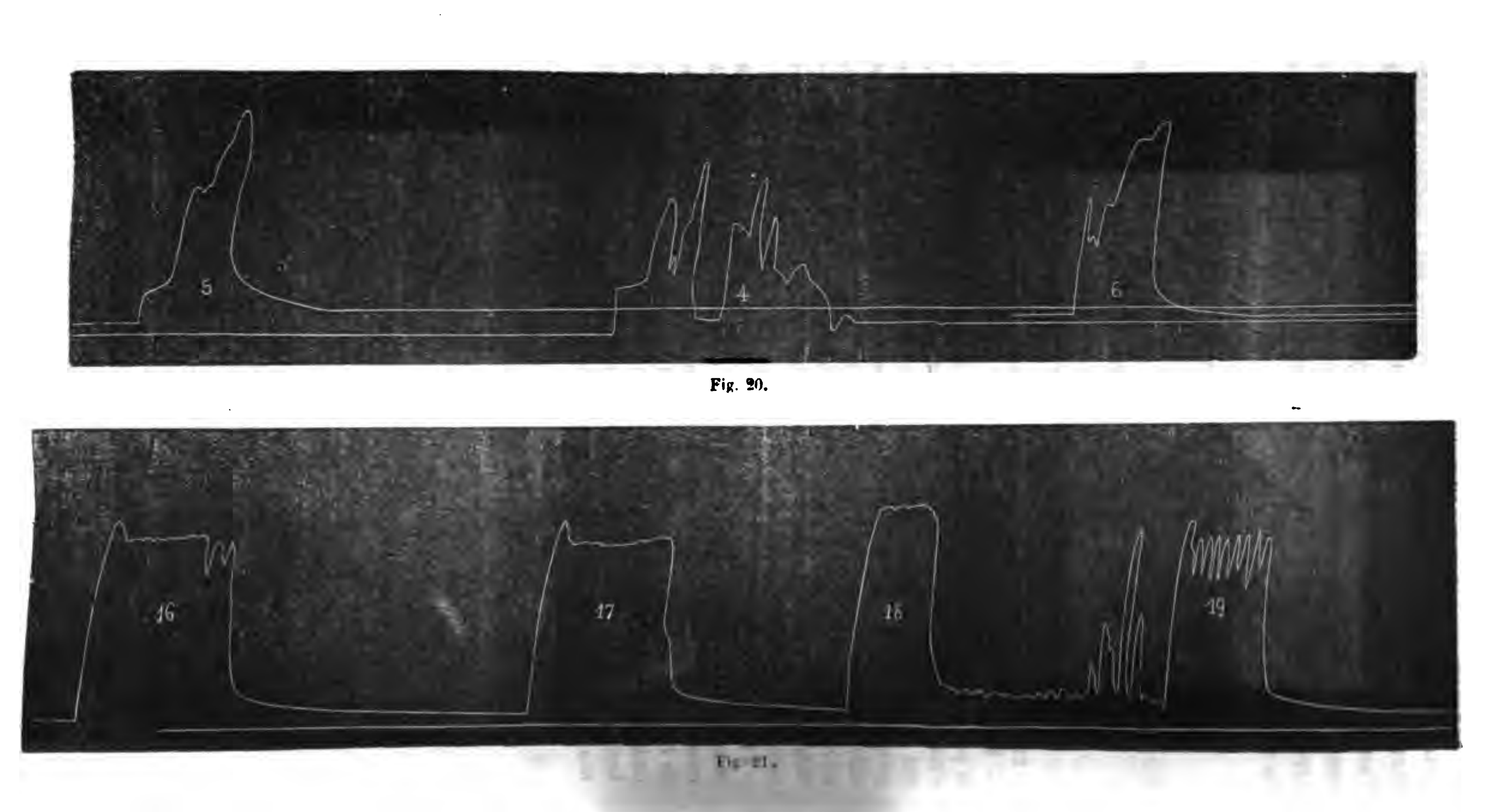


Fig. 20.

Fig. 21.

9 heures 25 (fig. 22). — Un peu plus tard, nous voyons l'aiguille monter brusquement, descendre immédiatement après et tracer une série de petites oscillations placées sur une ligne concave vers le bas. L'aiguille retombe brusquement et laisse sur le papier une empreinte qui se trouve sur le prolongement de la ligne droite *ab* et qui indique que le muscle reprend le même état que celui qu'il avait avant cette contraction (21).

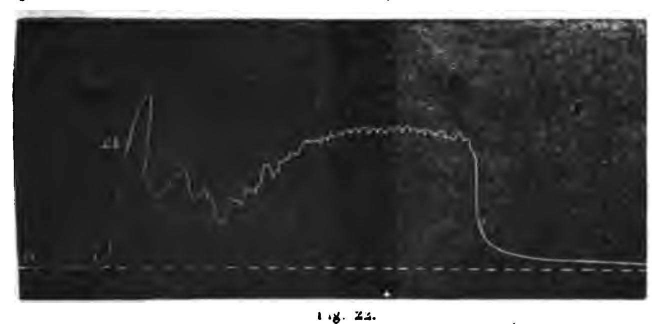


Fig. 22.

9 heures 26 (fig. 23). — Nous retrouvons ici les contractions (23 et 24) entièrement semblables aux précédentes.

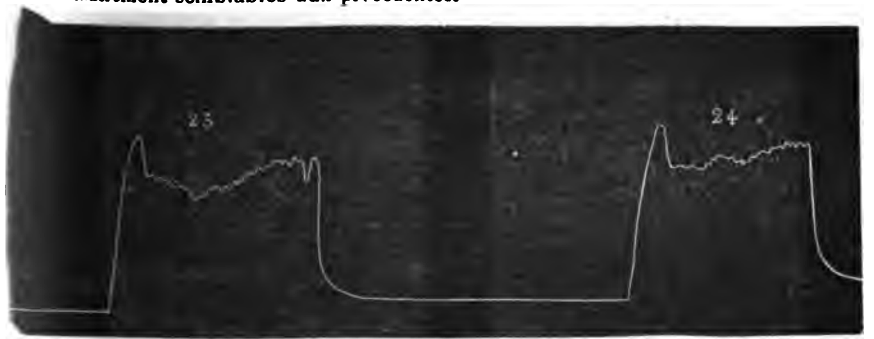


Fig. 23.

9 heures 28 (fig. 24). — Les contractions 35 et 37 sont identiques avec celles qui nous étaient fournies après l'injection du sulfate de strychnine (voir fig. 13), à la dose de 0,0005.

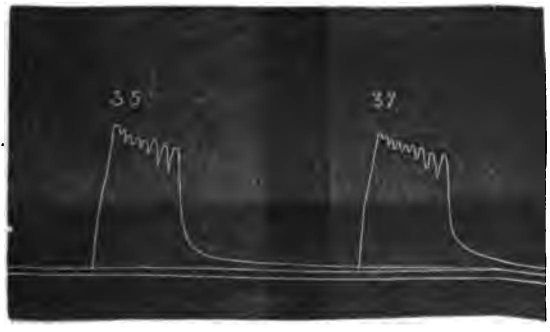


Fig. 24.

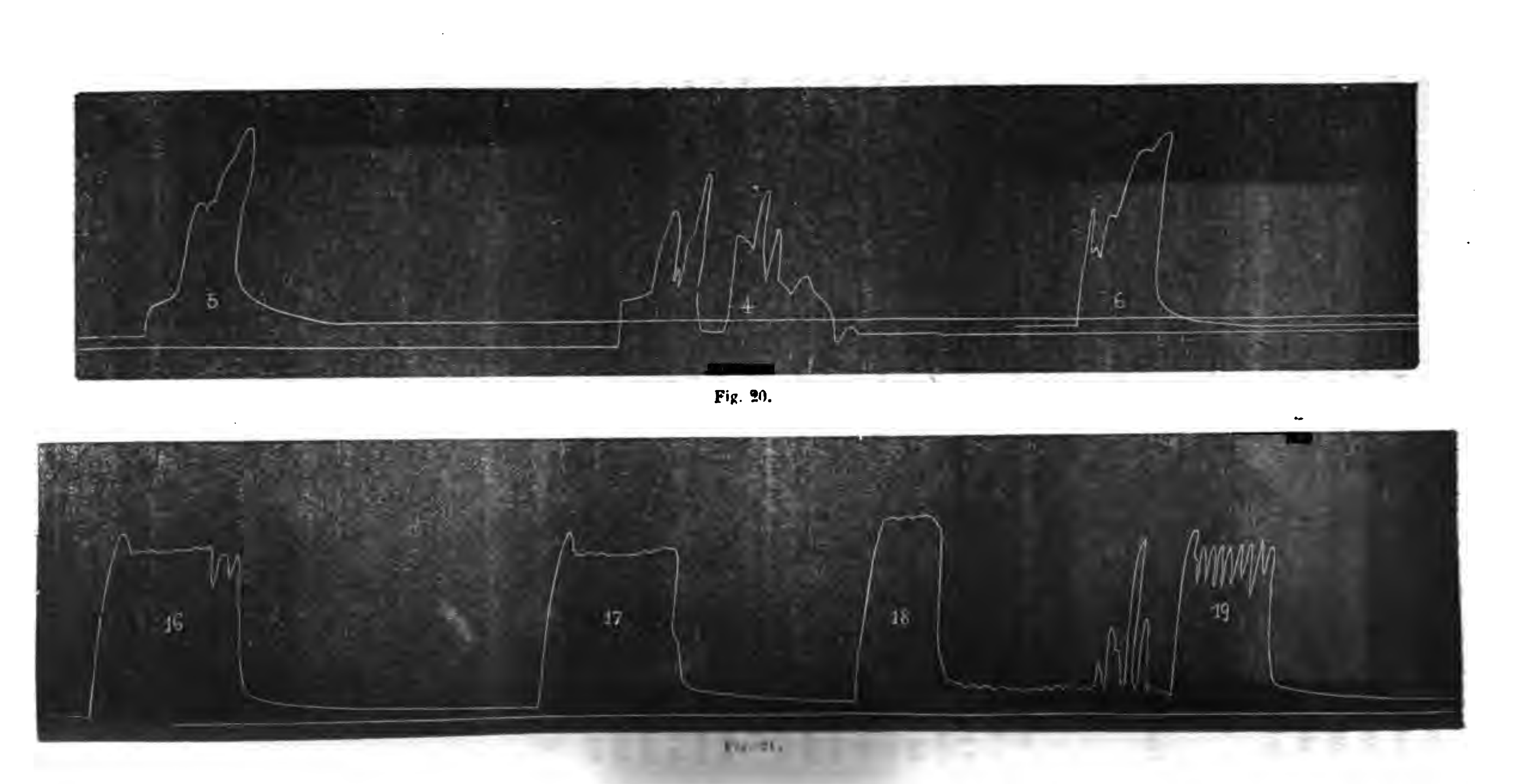


Fig. 20.

Fig. 21.

9 heures 25 (fig. 22). — Un peu plus tard, nous voyons l'aiguille monter brusquement, descendre immédiatement après et tracer une série de petites oscillations placées sur une ligne concave vers le bas. L'aiguille retombe brusquement et laisse sur le papier une empreinte qui se trouve sur le prolongement de la ligne droite *ab* et qui indique que le muscle reprend le même état que celui qu'il avait avant cette contraction (21).

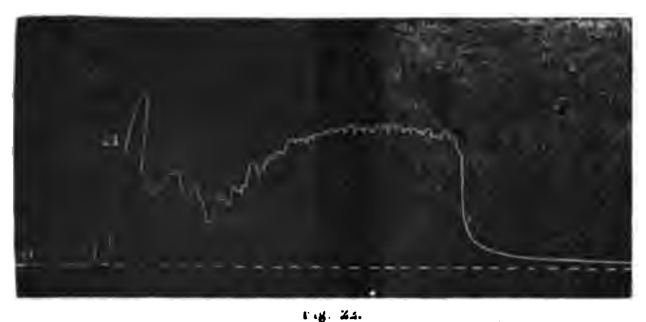


Fig. 22.

9 heures 26 (fig. 23). — Nous retrouvons ici les contractions (23 et 24) entièrement semblables aux précédentes.

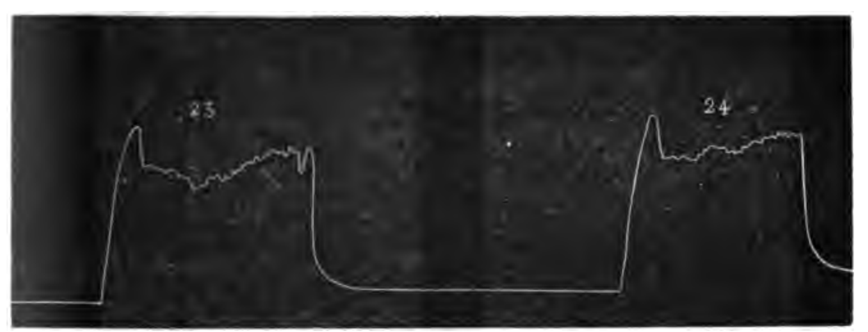


Fig. 23.

9 heures 28 (fig. 24). — Les contractions 35 et 37 sont identiques avec celles qui nous étaient fournies après l'injection du sulfate de strychnine (voir fig. 13), à la dose de 0,0005.

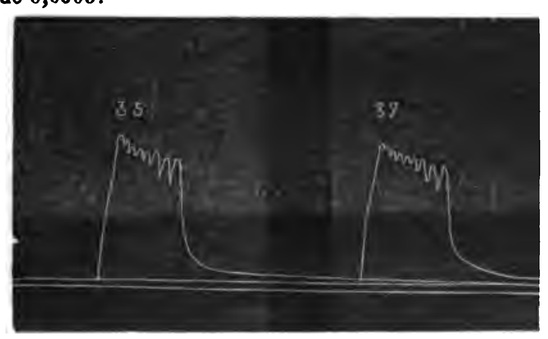


Fig. 24.

Expérience II. — Injection sous-cutanée de $0^{cc},5$ d'une solution aqueuse de l'extrait alcoolique de tiges minces du M'Boundou.

Grenouille verte de grandeur moyenne.

29 mars (fig. 25). — *Début de l'expérience à 2 heures* 17. — Il se produit d'abord un certain nombre de contractions musculaires dont le [illegible]e est celui des contractions normales.

Un peu plus tard, on obtient un tracé de secousses analogues à celles de figure 20, (4, 5, 6). L'une d'elles (n° 1) figure 25, constitue [illegible] le de *a*, *b*, *c*, — *l*.

2 heures 23. — L'aiguille monte brusquement, redescend immédiatement après et exécute à partir de ce moment une série d'oscillations d'abord petites, puis beaucoup plus grandes qui se trouvent représentées figure 25 (n° 2). Ce tracé se superpose à un autre n° 2, dont les points maximum sont A et B et dont la descente est coupée en C.

2 heures 25 (fig. 26). — Sur figure 26 nous voyons AB, ligne presque horizontale qui est la continuation du tracé du myographe du début ; l'autre ligne CD, qui est la continuation de la descente de la contraction n° 2 de figure 25, et enfin le tracé n° 5, qui indique l'ensemble des secousses produites dans le muscle. C'est une série d'oscillations présentant un caractère commun : l'ascension est rapide, la descente finale toujours la même et la partie intermédiaire identique à peu de chose près entre *a*, *b*, *c*.

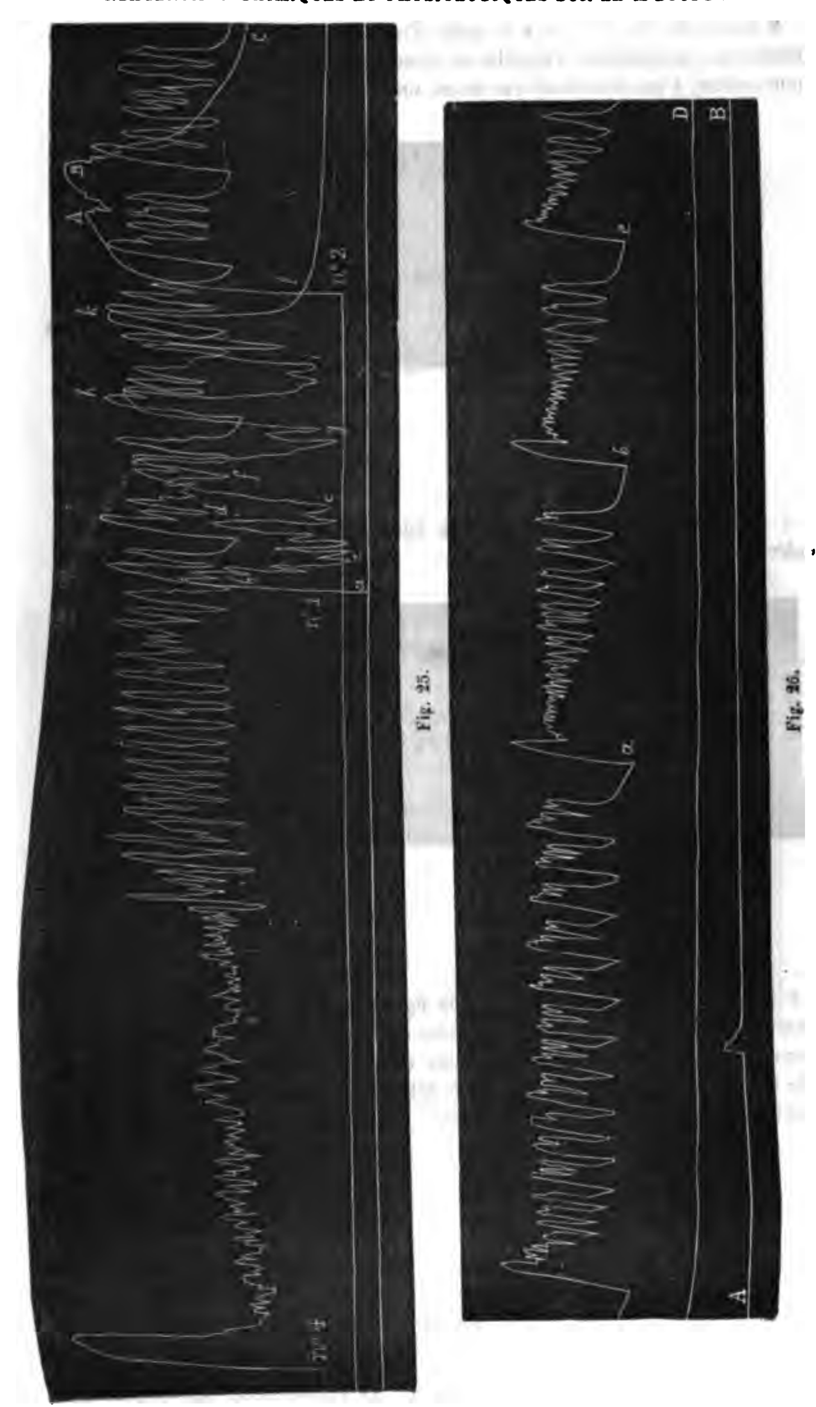


Fig. 25.

Fig. 26.

2 heures 28 (fig. 27). — A la suite d'un grand nombre d'oscillations semblables aux précédentes, l'aiguille en inscrit d'autres qui, tout en étant un peu plus petites, n'en présentent pas moins un caractère commun (fig. 27).



Fig.

2 heures 30 (fig. 28). — Celles de figure 28 sont également semblables entre elles.



Fig. 2.

2 heures 33 (fig. 28). — Celles de figure 29 sont constituées par une contraction musculaire suivie d'une autre d'un caractère particulier, mais qui néanmoins est analogue à ce que nous avons trouvé figure 22, n° 21, ou à la figure 8 qui représente le tracé déterminé par 0,0008 de sulfate de strychnine injecté en solution aqueuse.

2 heures 35 (fig. 30). — Enfin après deux tours du cylindre, les secousses



Fig. 29.



Fig. 30.

musculaires semblent épuisées. Les tracés 41, 48, deviennent entièrement semblables à ceux de figure 13, représentés par les n°s 45, 49. Cette grande analogie dans les tracés indique nécessairement une analogie de nature [illegible] doses et d'action des deux substances toxiques.

Expérience III. — Injection sous-cutanée de 1cc d'une solution [illegible] de l'extrait alcoolique des grosses tiges de M'Boundou.

Grenouille verte de grandeur moyenne (Rana agilis, [illegible]

31 mars. — *Début de l'expérience à 9 heures* 10. — 9 heures [illegible] secousses musculaires sont les mêmes que dans toutes les autres [illegible] Au bout de quelques instants, elles se modifient et reproduisent [illegible] celles qui se trouvent représentées figure 20 (n°s 4, 5, 6) ou [illegible] n° 1 (*a*, *b*, *c*, *d*, — *l*).

9 heures 14 (fig. 31). — L'aiguille remonte alors brusquement [illegible] aussitôt après, mais sans redescendre au niveau de la ligne droite [illegible] produit une série d'oscillations dont le maximum d'écart au-dessus [illegible] zontale *cd* n'est que très petit, mais qui s'accentue toujours de [illegible] La continuation du tracé de figure 31 se retrouve sur figure 32. [illegible] phique entièrement semblable à celui des figures 6 et 25 qui corr[illegible] une injection de 0,0008 de sulfate de strychnine.

9 heures 19. — Pendant plusieurs minutes, ce tracé se reproduit [illegible] nière à peu près identique, mais la grandeur des oscillations dim[illegible]

Fig. 31.

nombre diminue également de sorte que bientôt il se réduit à ce que nous voyons nos 11, 12, 13, sur figure 33.

9 heures 22. — Il reste le même pendant assez longtemps, ainsi que nous le montre figure 34 (nos 20, 22, 23).

9 heures 40. — Puis enfin, le muscle étant épuisé, nous ne trouvons plus que les secousses très petites 47, 49 de figure 35.

Fig. 33.

Fig. 34.



Fig. 35.

L'injection sous-cutanée de solutions aqueuses de M'Boundou nous fournit donc des caractères physiologiques qui présentent entre eux la plus grande analogie, soit que l'on opère sur $0^{cc},5$ ou sur 1^{cc} de matière. Les secousses chez la grenouille présentent la même disposition, soit que l'extrait provienne des racines, des tiges minces ou des grosses tiges. Les tracés de nos oscillations correspondent à des secousses tétaniques produites librement chez les animaux, sans excitation directe ou indirecte. L'étendue des oscillations varie beaucoup, ainsi que leur durée. La comparaison des tracés des figures 31, 32, 33, 34, 35, et 20, 21, 22, 23 et 24, semblerait indiquer que dans le premier cas, c'est-à-dire à la suite de l'injection de l'extrait des grosses tiges, le phénomène tétanique est plus marqué que dans le cas où l'on a injecté de l'extrait de racines, puisque les oscillations correspondantes à ce dernier cas sont beaucoup plus petites que dans le précédent. Ces oscillations plus grandes pourraient, il est vrai, provenir de l'action de quantités plus fortes de matières injectées à la grenouille qui a servi à l'expérience 3, figures 31, 32, 33, 34, 35. Mais, dans d'autres essais du même genre, toutes choses égales d'ailleurs et en opérant sur des animaux de grosseur différente, nous avons obtenu des résultats inverses. L'étendue plus ou moins grande des oscillations ne nous fournit donc pas de caractère distinctif; elle peut n'être due qu'à la sensibilité plus ou moins grande des animaux en expérience. Malgré la différence des tracés représentés de figures 20 à 35, obtenus à l'aide du M'Boundou, nous trouvons néanmoins le caractère commun que nous avons signalé dans les expériences faites avec la strychnine. Nous concluons de là à l'identité d'action physiologique entre la strychnine et le M'Boundou. D'ailleurs, les figures 36 et 37 rapprochées intentonnellement, représentent parfaitement l'identité d'action des deux substances. Ces tracés reproduisent ceux de la strychnine figure 36 et du M'Boundou figure 37, à doses égales.

(*Voir fig. 36 et 37 pages 168 et 169.*)

TROISIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES.

Dans cette nouvelle série d'expériences, le nerf sciatique est mis à nu et retenu à l'aide du crochet double, pendant que la grenouille est soumise à l'intoxication de la strychnine ou du M'Boundou. On fait la suture du nerf au moment où le tétanos est établi.

A. — Sulfate de strychnine.

EXPÉRIENCE I. — Injection sous-cutanée de 0gr,0005 de sel en solution aqueuse.

Grenouille verte de grandeur moyenne.

2 avril. — *Début de l'expérience à* 8 *heures* 50. — 8 heures 50. — Oscillations irrégulières au début (fig. 38).



Fig. 38.

8 heures 57. — Id. (fig. 39).



Fig. 39.

9 heures 03. — Caractère de secousses tétaniques ; ascension brusque, suivie d'un plateau horizontal, puis descente plus ou moins rapide (fig. 40, *a*, *b*, *c*).

9 heures 08. — Après quelques tracés identiques, le tétanos est manifestement déclaré *d*. On coupe le nerf sciatique au moment d'une nouvelle contraction tétanique *e* et au même instant la pointe du myographe tombe. L'influx nerveux cesse et le tétanos ne se reproduit plus (fig. 41, *a*).

Fig 40.

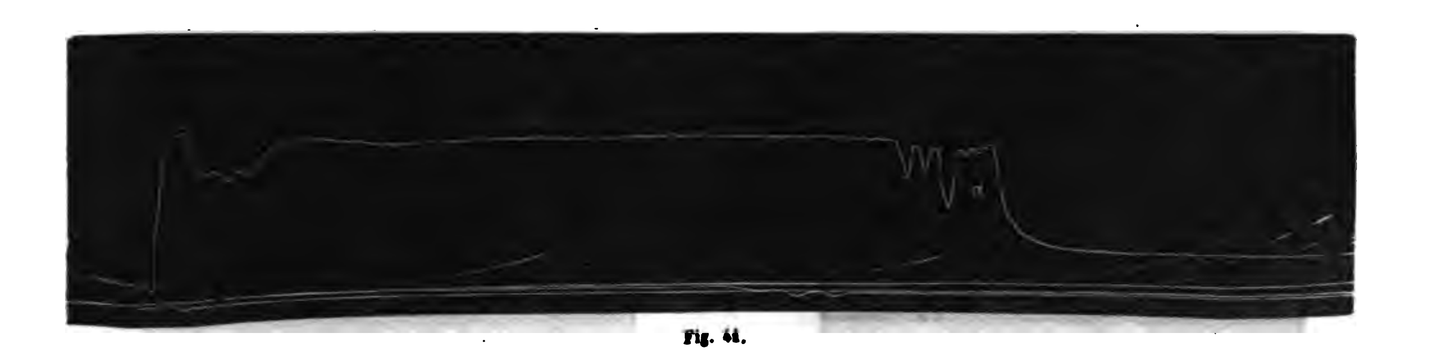
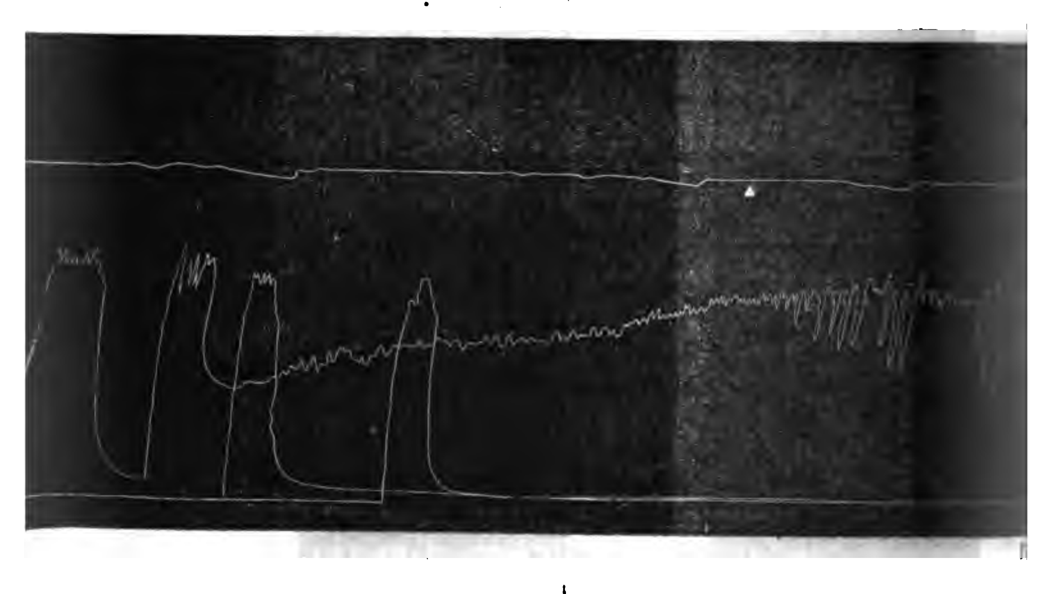
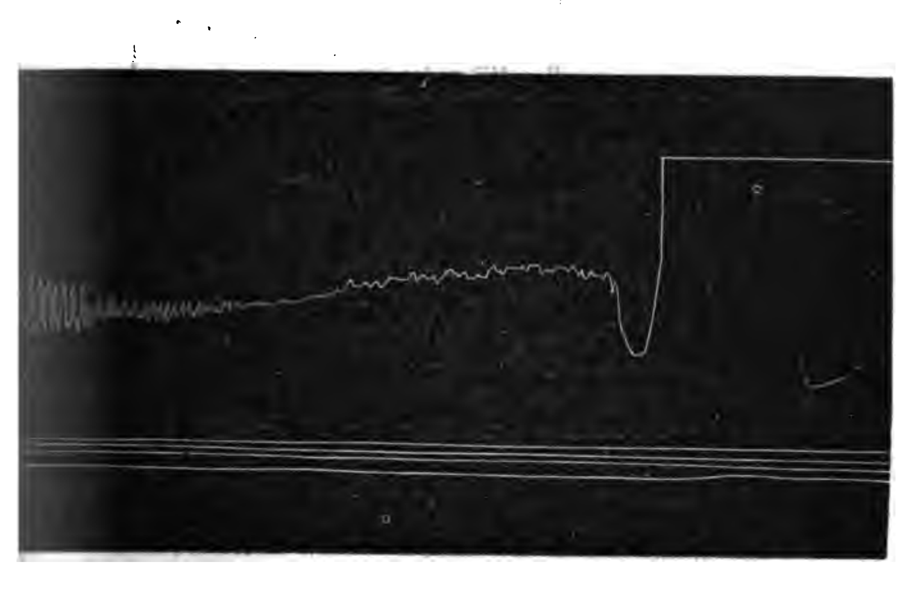
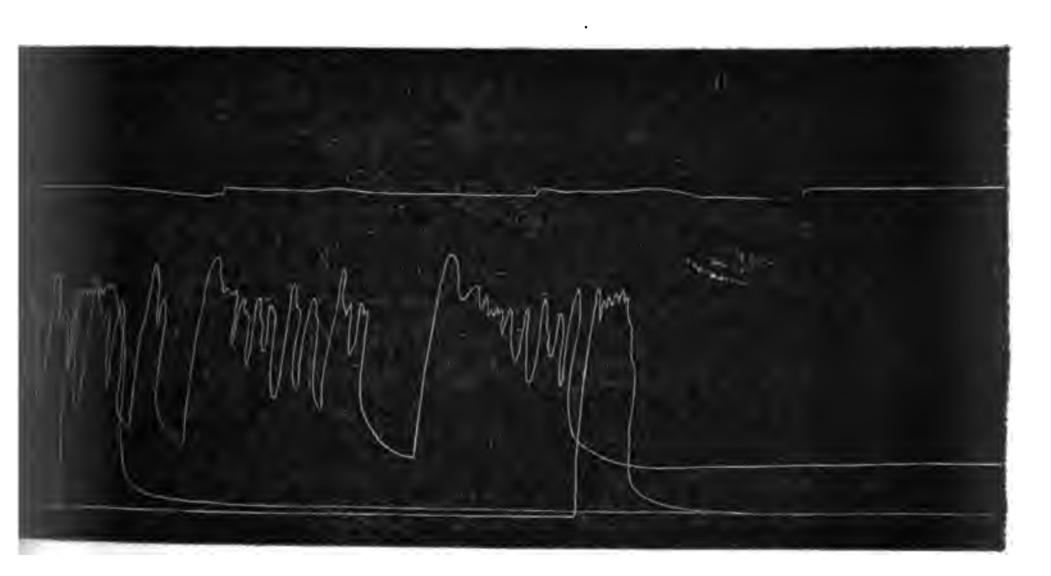


Fig. 41.







D'autres expériences, faites dans les mêmes conditions, nous fournissent toujours des résultats identiques.

B. — M'Boundou.

Expérience I. — Injection sous-cutanée d'extrait de racines.

Grenouille très forte.

4 avril. — *Début de l'expérience à 8 heures 30.* — 8 heures 30. — A la suite de quelques contractions musculaires représentées par une ascension et une descente rapide du stylet du myographe, nous constatons une suite d'autres contractions irrégulières (fig. 42).

8 heures 38. — Au bout de plusieurs minutes d'attente, les secousses affectent le caractère tétanique, l'ascension est brusque ; il se produit de petites oscillations suivies d'une série d'autres plus grandes (fig. 43).



Fig. 42.



Fig. 43.

8 heures 40. — Même caractère des oscillations et des secousses (fig. 44).

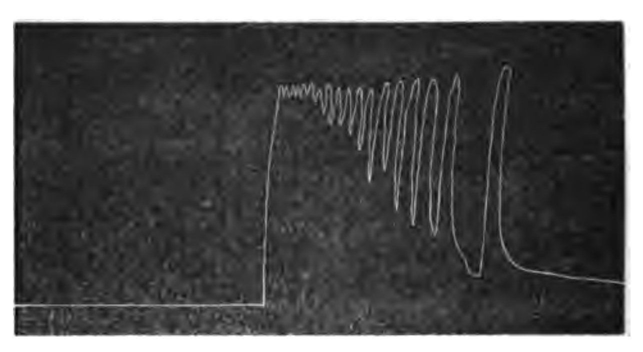


Fig. 44.

8 heures 45. — Le tétanos s'établit absolument comme dans l'expérience précédente avec la strychnine. Nous sectionnons le nerf sciatique après l'établissement complet du tétanos et nous constatons comme dans l'expérience analogue avec la strychnine, figure 41, absolument la même chute immédiate du stylet au moment où le muscle n'est plus en contact avec le nerf. Le M'Boundou agit donc d'une manière identique à la solution de strychnine : il y a cessation brusque des mouvements tétaniques aussitôt que l'influx nerveux n'existe plus.

QUATRIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES. — Section de la moelle après l'injection du toxique.

A. — Strychnine.

Injection sous-cutanée de 0gr,0005 de sulfate de strychnine.

Grenouille verte très grosse.

6 avril. — *Début de l'expérience à* 9 *heures* 10. — 9 heures 10. — Le stylet du myographe trace une série de lignes droites qui se superposent

9 heures 20. — Léger mouvement de la pointe, figure 45.

9 heures 35. — Nouveaux soulèvements de la pointe produits dans l'espace écoulé et représentés par 2, 4 — 7.

9 heures 40. — Changement de la nature des contractions ; ce sont de larges plateaux qui se succèdent comme dans les cas d'intoxication où il n'y a pas de section de la moelle, avec cette différence toutefois que les petites oscillations sur le haut des plateaux font défaut (fig. 45, 13, 14, 15).

Ces tracés pourraient donc se confondre avec ceux des contractions tétaniques, puisqu'ils présentent une certaine analogie avec ces derniers, à l'amplitude près. Il n'en est rien cependant, car il suffit d'examiner la grenouille au moment même où

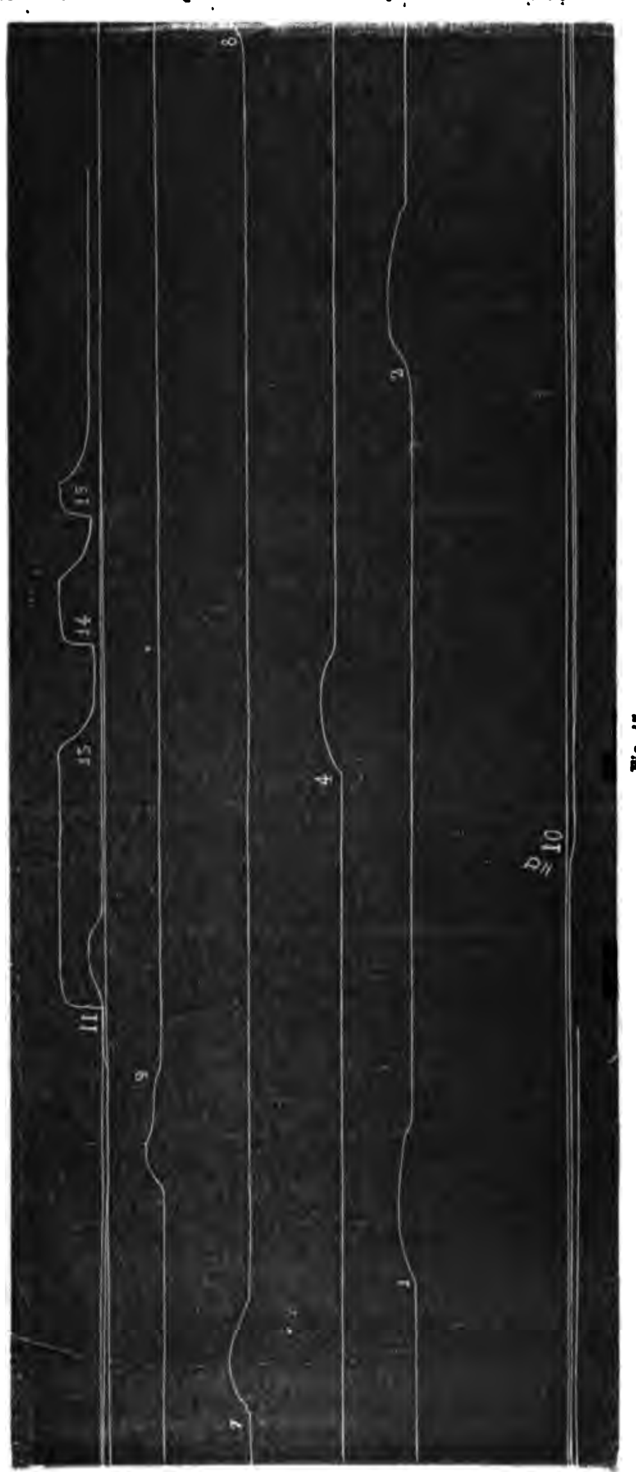


Fig. 45.

le stylet exécute ses oscillations pour reconnaître que celles-ci ne sont produites que par des mouvements du corps en totalité. L'animal, en effet, se soulève tout entier, il essaye de se soustraire aux liens qui le fixent, de sorte que les mouvements de la jambe ne sont que le résultat des efforts. Le stylet obéit à ces mouvements et trace par conséquent une série de lignes ondulées qui n'ont pas la moindre ressemblance avec celles qui correspondent aux contractions tétaniques. Comme il n'existe plus de rapports entre la moelle et les muscles, ces derniers ne peuvent plus obéir à l'excitation du système nerveux central.

B. — M'Boundou.

Injection sous-cutanée de 0cc,5 d'une solution de l'extrait alcoolique de racines.

Grenouille jaune rouge de grandeur moyenne.

6 avril. — *Début de l'expérience à 2 heures 10.* — 2 heures 10. — Le graphique est entièrement analogue au précédent. On remarque une superposition de lignes droites pendant 6 minutes environ (fig. 46, 2, 3, 4, 5, 6, 7).

2 heures 16. — Le stylet se soulève par intervalles réguliers.

2 heures 20. — Au bout de quelques minutes, ces oscillations sont plus étendues et représentent un large plateau sans inflexions. Ici, comme dans l'expérience faite avec la strychnine, ces oscillations sont dues aux efforts tentés par la grenouille à se soustraire à ses tortures. Le corps est soulevé et entraîne machinalement le stylet attaché au muscle gastrocnémien, figure 47 (17, 20).

Ce large plateau ne constitue donc pas le graphique d'une secousse tétanique car l'animal est entièrement inerte ; il ne répond à aucune excitation mécanique ou électrique et reste complètement insensible.

Dans cette nouvelle condition expérimentale, nous constatons par conséquent, comme dans les cas précédents, une identité parfaite entre l'action du M'Boundou et celle de la strychnine.

§ 2. — Marche de l'empoisonnement.

M. *Rabuteau* (loc. cit.) fait remarquer que dans le cas où l'on administre à des grenouilles des doses faibles de M'Boundou, le poison ne produit que la gêne des mouvements et une paralysie des membres qui empêchent les animaux de sauter et les fait ressembler à des crapauds. Quand on injecte des doses plus

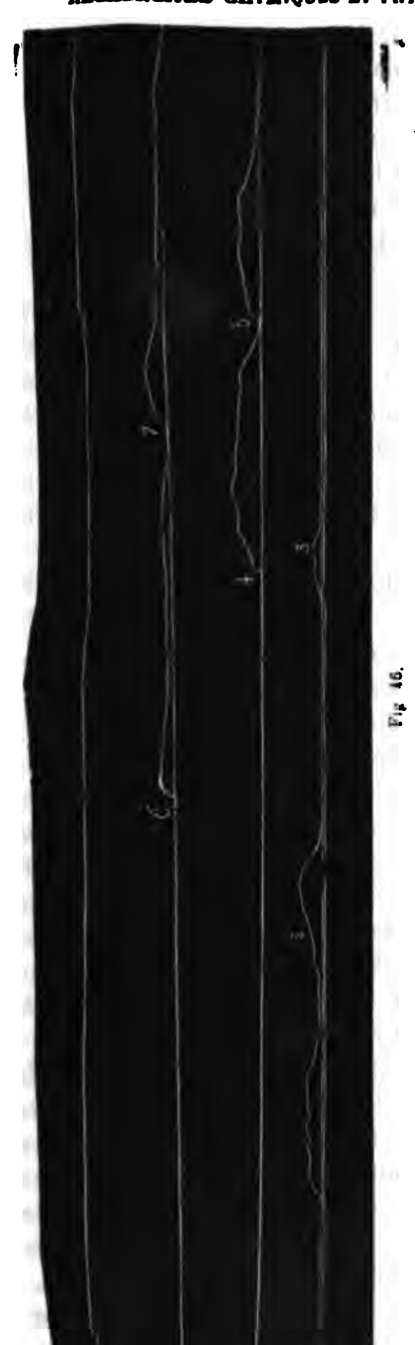


Fig. 46.



Fig. 47.

fortes, on observe au contraire, des secousses et des convulsions tétaniques qui se produisent plus facilement après l'attouchement des animaux que d'une manière spontanée.

Dans l'opinion de M. *Rabuteau*, le M'Boundou présenterait donc une certaine analogie avec le curare et jouirait en même temps des propriétés de la strychnine ou de la brucine, en se rapprochant toutefois davantage de ce dernier alcaloïde. La rigidité cadavérique apparaît très tardivement.

Pour MM. *Pécholier* et *Saintpierre* (Journal de Robin 1867, p. 101), le M'Boundou agit d'une manière analogue à la noix vomique. Il porte principalement sur le système nerveux sensitif; il produit d'abord une augmentation du nombre des inspirations et des pulsations, ensuite une diminution considérable de ces mouvements; il amène toujours une exagération de la sensibilité, puis des convulsions tétaniques, l'insensibilité, la paralysie et la mort.

M. *Kauffeisen* conclut à l'analogie la plus grande entre le M'Boundou et la strychnine.

M. le Dr *Testut* partage la même opinion. Néanmoins, comme on observe très fréquemment, surtout à la suite de l'administration de doses faibles de M'Boundou, des hémiplégies du mouvement et des paralysies suivies de prostration, tandis que dans d'autres cas ce sont des convulsions tétaniques violentes, M. *Testut* croit devoir expliquer ces phénomènes différents par la présence de deux alcaloïdes. Le premier, la strychnine, mettrait en jeu l'excitabilité reflexe des centres nerveux, le second l'affaiblirait à la manière d'un poison stupéfiant. « Ce dernier « même agirait seul dans le cas où de fortes doses de M'Boundou « tuent la grenouille avant que des phénomènes convulsifs « n'aient eu le temps de se produire. »

En injectant à des grenouilles des doses variables de M'Boundou, on reconnaît, en effet, que dans certains cas les contractions sont très violentes et simulent entièrement celles produites par l'action de la strychnine, tandis que dans d'autres au contraire, ce ne sont que des phénomènes d'hémiplégie et de paralysie accompagnés rarement de convulsions. Il semble donc qu'il existe une différence notable entre les effets physiologiques des deux poisons. Cette différence cependant n'est qu'apparente ainsi qu'il est facile de le constater. Il suffit de

préparer avec l'un ou l'autre des extraits du M'Boundou une solution dont la richesse en strychnine soit identique à celle d'une liqueur titrée de cette base et d'injecter à des animaux différents des volumes égaux de ces liquides. Pour arriver à ce résultat on peut suivre la méthode indirecte que nous avons décrite plus haut à propos du dosage de la strychnine.

En employant successivement des solutions aqueuses des extraits de l'écorce des diverses parties de la plante ainsi que du bois des tiges minces et des grosses tiges, comparativement à la solution de sulfate de strychnine, nous avons toujours constaté des symptômes d'intoxication identiques.

A doses faibles (0,02 p.100^{cc}) la solution de sulfate de strichnine produit, au bout d'un quart d'heure à une demi-heure, les premiers symptômes d'empoisonnement : difficulté de la marche et précipitation des mouvements respiratoires. Un peu plus tard, contractures des membres antérieurs qui se croisent souvent sur la poitrine ou se fixent le long du corps, extension forcée des membres postérieurs. Les secousses tétaniques surviennent peu de temps après, surtout dans les membres postérieurs et sont provoquées par le moindre attouchement de l'animal ou par un bruit quelconque à distance. Au bout de trois quarts d'heure environ, il s'établit un emprosthotonos qui se maintient pendant fort longtemps, 4 ou 5 heures, 24 heures même. Quand on examine l'animal au bout de ce temps, il ne donne plus signe de vie, mais le cœur bat toujours. Les solutions d'extrait de M'Boundou produisent absolument le même effet.

A doses plus faibles (0,005 p. 100^{cc}) les symptômes d'intoxication par la strychnine mettent plus de temps à apparaître. L'animal empoisonné reste quelquefois pendant une heure ou deux, quelquefois plus longtemps encore, sans paraître incommodé. Sa respiration ne semble nullement gênée. Mais soudain, il est saisi de convulsions tétaniques qui se répètent spontanément ou qui se renouvellent toutes les fois qu'on le touche. La raideur cadavérique est telle que l'animal peut être soulevé tout d'une pièce comme une masse inerte.

Une grenouille empoisonnée par une solution d'extrait de M'Boundou au même titre se comporte d'une manière entièrement identique.

A doses très faibles (0,001 p. 100^{cc}) la solution de strychnine

ne produit son effet qu'au bout de 5 à 6 heures. Les secousses tétaniques apparaissent alors soit spontanément, soit à la suite d'excitations ultérieures. Mais le lendemain, l'animal semble revenir de nouveau à son état normal. Pendant toute la durée de son intoxication, la respiration ne paraissait pas entravée.

Avec les solutions très étendues de M'Boundou, on obtient les mêmes résultats. La raideur cadavérique s'établit comme dans le cas précédent, mais elle disparaît de nouveau au bout d'un jour.

A doses fortes (0,2 p. 100^{cc}) la scène change. Ce ne sont plus les mouvements tétaniques qui dominent, mais au contraire les paralysies. La grenouille sous l'influence d'une solution de sulfate de strychnine aussi chargée ($0^{gr},001$ à 0,01 pour 50^{gr} du poids de l'animal), commence par éprouver une gêne marquée dans les inspirations, puis tombe frappée subitement. Le pincement de la patte ou toute autre excitation ne provoque aucun reflexe. Les extrémités antérieures ne sont pas contracturées et les extrémités postérieures conservent la position qu'on leur imprime. Point de tétanos ! Néanmoins, dans le cas où la rigidité du corps s'établit, celle-ci ne se maintient pas toujours pendant longtemps et l'état de prostration, d'insensibilité et de paralysie apparente complète, peut, suivant la dose, persister ou faire place à l'état d'excitation dans lequel les secousses convulsives reprennent le dessus.

Les solutions de M'Boundou du même degré de concentration produisent les mêmes symptômes.

La quantité de toxique administré par voie hypodermique dans ces diverses expériences était de 10 divisions de la seringue de Pravas. — Soit $0^{cc},5$ de chaque solution.

Il résulte de l'ensemble de ces faits que le M'Boundou aussi bien que le sulfate de strychnine peuvent, dans certaines circonstances, ne pas produire des convulsions ou des secousses tétaniques et occasionner cependant la mort, mais après avoir provoqué d'abord un état complet de paralysie et d'insensibilité, comme l'avaient admis MM. *Pécholier* et *Saint-Pierre*. Ce cas se présente quand la dose du toxique est très considérable. M. le Dr *Testut* en opérant sur 1 gramme d'extrait de M'Boundou a signalé les mêmes symptômes d'intoxication rapide, mais il a cherché la cause de mort dans la présence probable d'un deuxième alcaloïde qui agirait à la façon d'un poison stupéfiant

et en mettant au compte de la strychnine les phénomènes convulsifs et tétaniques : c'est là son erreur. Les expériences comparatives que nous venons de citer prouvent donc que cet effet stupéfiant est dû à la nature même de l'alcaloïde, puisque la strychnine à haute dose provoque cet état. Les expériences récentes de M. Ch. Richet (1) (les nôtres datent de plus de deux ans) sont venues confirmer pour les mammifères, sur lesquels nous n'avons pas porté notre attention, la vérité de ce fait physiologique déjà connu depuis 1858 pour ce qui a trait à la strychnine pure et confirmé par nous sur des animaux à sang froid en nous servant du M'Boundou.

Quand les doses sont faibles, au contraire, la grenouille reste pendant fort longtemps dans un état tétanique, puis meurt dans l'état de stupeur, comme l'ont admis la plupart des expérimentateurs (*Kauffeisen*, loc. cit.) et non au milieu des convulsions comme le prétend M. *Rabuteau*.

Nous n'établissons donc aucune différence entre le M'Boundou et la strychnine au point de vue de leurs effets sur l'organisme à la condition de ne comparer l'action des deux substances que dans des circonstances identiques. Si la solution de M'Boundou était très concentrée et celle de sulfate de strychnine, au contraire, très affaiblie, on obtiendrait dans le premier cas l'insensibilité et la paralysie, tandis que, dans le second, les phénomènes convulsifs et tétaniques ou réciproquement. Mais si les solutions présentent le même titre, c'est-à-dire renferment la même quantité d'alcaloïde, les effets produits sont entièrement identiques.

Le M'Boundou agit donc à la façon de la strychnine et ne contient pas d'autre alcaloïde.

§ 3. — Recherches toxicologiques.

Pour établir l'analogie ou plutôt l'identité parfaite entre l'alcaloïde du M'Boundou et la base des Strychnées, il nous semblait important de rechercher les modifications qu'il peut éprouver au sein de l'organisme, ou tout au moins de tenter de le retrouver dans les tissus et les organes comme on l'a fait pour la strychnine.

Nous avons administré à cet effet par la méthode hypoder-

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 12 juillet 1880.

mique 10 divisions de la seringue de Pravas de solutions de M'Boundou à des titres différents à 4 grenouilles et nous avons opéré de même avec du sulfate de strychnine au même titre. Nos liqueurs contenaient 0,02 p. 100 de strychnine pour la première série d'expériences et 0,005 p. 100 pour la seconde.

L'autopsie des animaux a été faite au bout de 4 heures. On a préalablement enlevé la peau, on a lavé le corps à grande eau, puis on a opéré séparément sur les muscles des extrémités postérieures, sur les reins, les testicules et l'estomac, sur le foie et enfin sur le cerveau et la moelle allongée. Des 8 grenouilles, 4 devaient servir à la recherche de la strychnine provenant de l'injection hypodermique de son sulfate; les 4 autres à celle de la base du M'Boundou.

A. — Empoisonnement par le M'Boundou.

1. *Muscles des cuisses et des jambes.* — Les muscles sont hachés en menus morceaux et écrasés sous le pilon avec du sable bien lavé. Le tout est traité par de l'alcool aiguisé de 4 à 5 gouttes d'une solution d'acide sulfurique au 1/10. On place au bain-marie pendant 5 heures. On filtre et on exprime. On réduit à siccité, on reprend par de l'eau acidulée, on filtre et l'on traite par le carbonate de soude. On réduit de nouveau à siccité complète. La matière broyée et réduite en poudre fine est mise en contact avec le chloroforme, on répète le traitement chloroformique à plusieurs reprises, on réunit toutes les liqueurs et l'on évapore. La matière qui reste au fond de la capsule est reprise de nouveau par l'eau acidulée qui abandonne un résidu insoluble. Le liquide parfaitement clair et filtré, additionné de carbonate de soude est introduit dans un entonnoir à robinet avec du chloroforme. Après agitation répétée du mélange, on laisse écouler le liquide chloroformique et on l'évapore. Si le produit de l'évaporation présente encore l'apparence d'un corps gras, on reprend une troisième fois par l'eau sulfurique. Dans une expérience d'essai nous avons été obligé de recourir à ce traitement, mais plus tard les deux premiers nous avaient fourni un produit suffisamment pur pour être soumis directement à l'action des réactifs.

Le résidu de la capsule, à peine appréciable à l'œil, traité par quelques gouttes d'acide sulfurique, puis par une gouttelette de solution sulfurique d'acide chromique, a fourni immédiatement

une coloration bleu violacée très fugace, suivie d'une teinte rouge rosée. C'était donc la strychnine.

2. *Reins, testicules et estomac.* — Les divers organes des 4 grenouilles empoisonnées, réduits en morceaux, ont été traité comme ci-dessus.

La faible quantité de matière qui nous est restée à la suite de la deuxième opération à l'acide sulfurique a suffi néanmoins pour nous permettre de constater sans ambiguïté le caractère de la strychnine.

3. *Foie.* — Ces organes ont été soumis aux mêmes traitements que les muscles et les intestins. On a pu y décéler des quantités très notables de strychnine; une seule de ces glandes eut pu suffire pour permettre reconnaître la présence de l'alcaloïde.

4. *Cerveau et moelle allongée.* — Malgré la faible quantité de matière dont nous disposions, nous n'avons pas craint de la soumettre aux mêmes traitements que les autres organes et nous avons réussi, à notre grande stupéfaction, à déceler la strychnine d'une manière indubitable.

B. — Empoisonnement par la strychnine.

Les 4 grenouilles empoisonnées par la solution de sulfate de strychnine ont été traitées après l'autopsie, comme celles qui avaient été soumises à l'action du M'Boundou.

1. *Muscles des extrémités postérieures.* — On y constate la présence de l'alcaloïde.

2. *Reins, testicules et intestins.* — Même résultat quoique en quantité presque imperceptible.

3. *Foie.* — Ici, au contraire, le caractère de l'alcaloïde est très facile à saisir; la coloration bleu violacée est si intense qu'elle aurait apparu avec une quantité peut-être 20 fois plus faible. Plusieurs expérimentateurs, entre autres MM. *Ogston*, *Adam* et *Anderson* (Husemann, *Toxicologie*, I, p. 510), avaient déjà signalé la présence de la strychnine dans le foie d'animaux de grande taille empoisonnés par cette base, mais les ouvrages de toxicologie ne font pas mention de la recherche de cette base à la suite de l'empoisonnement chez des grenouilles.

4. *Cerveau et moelle allongée.* — Ces organes, traités comme les précédents, renferment de la strychnine en quantité appréciable. Le réactif qui permet de déceler l'alcaloïde est le mélange d'*acide sulfurique* et d'*acide chromique*.

Ce résultat nous a semblé particulièrement intéressant et cela d'autant plus que des chimistes très autorisés n'ont pas toujours réussi à l'obtenir. M. *Gay* cependant (Dragendorff, *Toxicologie*, I, 331) a pu extraire l'alcaloïde de quelques parties isolées du cerveau et tout récemment encore MM. *Lajoux* et *Granval* de Reims (Journ. de chim. et de pharm., août 1879) l'ont également retiré du cerveau, mais en opérant sur des quantités considérables de matière.

En considérant d'une part la faible quantité de poison injecté par voie hypodermique et d'autre part la netteté de nos réactions après traitement des viscères et des divers organes, il nous serait difficile d'admettre que la strychnine éprouve des modifications en passant à travers l'organisme.

Quoiqu'il en soit, il résulte de l'ensemble de nos recherches toxicologiques qu'après l'empoisonnement par le M'Boundou ou la strychnine les organes et les tissus renferment le même alcaloïde en quantité appréciable et que le foie en contient beaucoup plus que les autres glandes.

Ce résultat confirme donc, au point de vue toxicologique, l'identité de l'alcaloïde du M'Boundou avec la strychnine, que nous avons établie déjà aux points de vue chimique, physiologique et histochimique.

Conclusions.

De l'ensemble de ces recherches chimiques, physiologiques, histologiques et toxicologiques, se dégage d'une manière définitive cette vérité aujourd'hui démontrée, que le *M'Boundou* ou *Icaja* agit par la strychnine, seul alcaloïde qu'il renferme, et uniquement par ce principe actif. Cette substance se trouve localisée dans l'écorce de la racine, dans les feuilles et l'écorce de la tige, mais surtout dans les cellules libériennes et cambiales ; où elle réside spécialement le bois n'en recèle que des traces dans les rayons médullaires qui le traversent. Les animaux à sang froid (grenouilles) qui ont succombé à l'action de ce toxique présentent très nettement les réactions de la strychnine, et de cet alcoloïde seulement, dans les *muscles*, les *reins*, les *testicules*, l'*estomac*, le *foie*, le *cerveau* et la *moelle*.

Cette étude soulève en outre une question fort importante en raison du caractère général qu'elle peut revêtir dans la physiologie des poissons. Les Strychnos, on le sait, ont été divisées, au

point de vue de leur action physiologique, en *convulsivantes* ou *tétanisantes* et en *paralysantes*. En tête des premiers se place *Strychnos Nux-vomica*, avec son cortège d'espèces congénères, asiatiques comme elle, les secondes étant, au contraire, presque exclusivement constituées par les Strychnos américaines telles que *St. Crevauxi*, *Gubleri*, *Castelneana*, etc., qui entrent dans la préparation du curare. D'après nos recherches, nous voyons, avec toute la certitude qui résulte de leur précision, que la même substance, ayant pour unique alcaloïde la strychnine, peut produire sur les animaux à sang froid, ainsi que l'avait entrevu le docteur Testut, en interprêtant le fait d'une manière absolument erronée, l'une ou l'autre de ces actions (*tétanique* ou *paralysante*), suivant la dose de principe actif mise en jeu. Cette action peut être rapprochée de celle aujourd'hui bien connue qu'exerce l'électricité sur l'élément nerveux : les doses fortes agissent comme paralysantes et les faibles comme tétaniques.

Il serait donc fort possible que les Strychnées convulsivantes renferment sous le même volume de matières extractives une dose d'alcaloïde plus faible que celles réputées paralysantes, et dès lors il ne serait plus permis de laisser subsister une distinction *a priori* peu philosophique, qui ne repose jusqu'ici que sur des apparences et non sur des données scientifiquement établies. Cette présomption se trouve singulièrement confirmée par ce que nous savons des résultats obtenus dans les peuplades du Gabon par l'application du poison d'épreuve (écorce de racine du M'Boundou) à la recherche des coupables. Suivant la dose d'écorce donnée au patient par le féticheur, celui-là reste indemne et expulse le poison par les émanatoires naturels, ou est atteint de convulsions, ou se trouve enfin frappé d'une véritable paralysie qui le cloue sur place.

Notre manière de voir basée, en ce qui concerne le M'Boundou, sur une expérimentation mettant en cause la strychnine seulement, et n'ayant porté que sur des animaux à sang froid, se trouve en outre corroborée par les observations de M. Testut (bien qu'il ait cru devoir attribuer l'action stupéfiante à un second alcaloïde), mais surtout par les déductions des recherches récentes de M. Ch. Richet concernant l'action de la strychnine à très forte dose sur les mammifères. Ce savant

termine, en effet, sa note de la manière suivante : « Quand la « strychnine à très forte dose a été absorbée (0gr,05 par kilog. « d'animal), il semble que *l'absence complète de mouvements « spontanés ou réflexes* soit due plutôt à l'abolition de la moelle « qu'à la perte des fonctions des nerfs moteurs et de plaques « terminales. L'animal est dans un état analogue à celui d'un « animal curarisé ou alcoolisé. Ainsi, la strychnine à très forte « dose agit un peu comme le chloral et un peu comme le « curare (1). » Nous avons, dans nos recherches, employé des doses doubles (0gr,001 pour 10 gr. = 0gr,10 pour 1 kil. du poids de l'animal) de celles qui ont été mises en cause par M. Richet, nous ne saurions donc que confirmer ses conclusions en les étendant aux animaux à sang froid, ainsi qu'il découle de nos expériences sur le M'Boundou et de celles de MM. Martin Magron, Buisson et Vulpian (1858) sur la strychnine pure.

Pour juger définitivement la valeur de la distinction établie au point de vue de l'action physiologique entre les diverses Strychnos, il conviendrait maintenant d'expérimenter comparativement, à dose alcaloïdique égale, les Strychnos asiatiques et celles d'origine américaine, de la même façon que nous avons agi relativement au M'Boundou et à la strychnine. Cette expérimentation précédée de l'analyse chimique suffirait à résoudre la question. C'est ce que nous nons proposons de faire dès que nous aurons réuni, pour mener à bonne fin cette étude importante, des matériaux bien authentiques qui nous ont fait jusqu'ici défaut.

Le présent travail, d'un caractère très spécial, doit donc être considéré comme l'entrée en matière d'une étude d'ensemble à horizon plus large, dont nous avons suffisamment tracé le cadre, et ayant pour but d'élucider une question générale : celle de la diversité apparente de l'action physiologique des diverses Strychnos. Ce travail servira, en outre, à faire juger notre méthode et nos procédés de recherche.

(1) Comptes rendus de l'Acad. des sciences, 18 juillet 1880.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

Saint-Denis. — Imprimerie CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.

MÉMOIRE

SUR LES

VERTÈBRES DES OPHIDIENS

Par le Dr A.-T. de Rochebrune

Aide Naturaliste au Muséum.

(Pl XIV et XV).

La structure interne des ophidiens est en rapport direct avec leur configuration extérieure, aussi « voit-on la colonne rachidienne atteindre chez eux son plus haut degré de développement et de mobilité, et constituer, avec ses dépendances costales, la presque totalité de la charpente solide du tronc (1). » Dans chaque espèce, l'axe rachidien se compose d'un nombre toujours considérable de vertèbres, auxquelles les auteurs donnent « *une figure à peu de chose près la même depuis la tête jusqu'à la queue* (2). Toutes les vertèbres des serpents, dit Duméril (3) ne peuvent être distinguées qu'en costales et en caudales... Ce sont les maillons articulés d'une chaîne tellement semblables entre eux qu'ils paraissent être sortis d'une même matrice dans laquelle ils auraient reçu leur forme solide et leurs empreintes (4). Toutefois il ajoute (5) : « Quelques-unes des vertèbres offrent assez constamment des particularités qui peuvent aider à les faire distinguer entre elles, comme appartenant à telle région du corps, et les font ainsi reconnaître, même lorsqu'elles sont isolées. » Et il cite, sans insister sur leurs caractères différentiels : « Les deux premières du côté de la tête, celles qui supportent les côtes, enfin celles de la queue. »

Meckel (6), Carus (7), Dalton (8), P. Grant (9), Straus-Dur-

(1) H. Milne Edwards. *Leçons sur la physiol. et l'anat comp.*, t. X, p. 400.
(2) G. Cuvier. *Leçons d'anat. comp.*, t. I, p. 216, 2e édit. (1835).
(3) *Herpétologie générale*, t. VI, p. 4.
(4) *Loc. cit.*, t. VI, p. 79.
(5) *Loc. cit.*, t. VI, p. 80.
(6) *Traité d'anat. comp.*, t. II, p. 556 et 569 (1821).
(7) *Traité élém. d'anat. comp.*, t. I, p. 186 (1835).
(8) *De Pythonis ac Boarum ossibus commentatio*, p. 74 et *seq.* (1836).
(9) *Outlines of comparative anatomy*, p. 24 et *seq.* (1841).

kheim (1), Siébold et Stannius (2), R. Owen (3), P. Gervais (4), etc., se sont eux aussi bornés à diviser les vertèbres des ophidiens en *costales et en caudales;* en dernier lieu Schlegel (5) tout en partageant cette manière de voir, reconnaît cependant : « Que la conformation des vertèbres *varie dans les différents groupes,* quoique *toutes soient modelées sur le même type,* » et dans son essai sur la physionomie des serpents, il en décrit un certain nombre, mais l'inexactitude de ses descriptions nous paraît enlever toute valeur aux déductions qu'il cherche à en faire ressortir.

L'étude du squelette des ophidiens à laquelle nous nous sommes livrés à notre tour (6), nous a démontré que les vertèbres diffèrent entre elles, non seulement d'un groupe à un autre, comme le dit Schlegel, mais que, *dans un même sujet,* elles présentent des différences assez grandes pour qu'il soit possible de les diviser en catégories distinctes.

Sans compter les deux premières vertèbres, généralement désignées sous le nom de *cervicales,* et aux formes trop accusées pour qu'elles aient pu échapper à l'attention, la colonne rachidienne se partage réellement en quatre régions : *thoracique, pelvienne, sacrée* et *coccygienne ou caudale* (7).

Avant d'exposer les caractères spéciaux à chacune de ces divisions, nous commencerons par décrire d'une manière générale la vertèbre des ophidiens.

Nous l'étudierons ensuite dans chaque région, puis nous

(1) *Trait. prat. et théor. d'anat. comp. et anat. descript. et comp. du chat.* t. I, p. 221 (1842-1855).

(2) *Nouveau Man. d'anat. comp.,* t. II, p. 146 (1849).

(3) *On the anatomy of vertebrates* (vol. I, ps 53 (1866).

(4) *Dict. univ. d'hist. nat. d'Orbigny,* t. IX, p. 766, 2e édit, art. *Ophidiens.*

(5) *Essai sur la phys. des serpents,* chap. I, p. 8.

(6) Nos recherches à l'appui de ce mémoire ont porté sur une série de 62 squelettes déposés dans les galeries d'anatomie comparée et dans le laboratoire d'herpétologie du Muséum. Nous prions MM. les professeurs Pouchet et Vaillant, nos affectueux confrères MM. les docteurs Sauvage et H. Gervais, de recevoir l'expression de nos remerciements pour leur bienveillance à nous communiquer les documents nécessaires à cette étude. Nous remercions également MM. Braconnier, Thominot et Visto, préparateurs aux mêmes laboratoires, à l'inépuisable complaisance desquels nous avons eu fréquemment recours.

(7) Les descriptions les plus exactes que nous ayons trouvées de la vertèbre des ophidiens, existent dans les ouvrages cités de Dalton et de R. Owen; elles s'appliquent toutefois plus spécialement à des espèces (Dalton, *Python* et *Boa*; R. Owen, *Naja tripudians*) et ne peuvent être prises comme caractéristique générale.

la comparerons dans les familles, les genres, quelquefois les espèces, en nous attachant à faire ressortir ses caractères les plus tranchés.

Ces documents auront, nous l'espérons, le double avantage de compléter les connaissances acquises sur l'ostéologie des serpents et de faciliter la détermination des espèces fossiles jusqu'ici un peu négligées.

Enfin, nous devrons entrer dans quelques considérations sur le rôle physiologique que quelques uns des éléments vertébraux nous semblent particulièrement appelés à exercer.

I. — Caractères généraux des vertèbres.

Avant d'exposer les caractères généraux de la vertèbre des ophidiens, nous ferons observer que dans toutes nos descriptions, nous désignons les divers éléments vertébraux par les noms les plus généralement adoptés, en ayant soin d'indiquer ceux qui leur correspondent dans la nomenclature de M. R. Owen. Nous avons dû cependant nous écarter dans certains cas de cette règle. Nous donnerons les motifs qui nous ont engagé à en agir ainsi.

Le rachis des serpents est constitué par deux pyramides étroites, sensiblement pentagonales, opposées par leur base et de longueur variable. La pyramide antérieure à sommet tronqué et supportant la tête, mesure en moyenne les 3/8 de la longueur totale, la seconde plus allongée, se termine généralement en pointe à l'extrémité caudale, les formes obtuses ou tronquées, etc. de cet organe devant être considérées comme exceptionnelles.

Chaque vertèbre offre à considérer un corps, un arc et des apophyses.

Le corps (*centrum*, R. Owen) se montre sous la forme d'un cône tronqué à diamètre longitudinal, égalant en moyenne une fois et demi le diamètre transverse (1); l'extrémité antérieure

(1) Pour Schlegel (*loc. cit.*, p. 9) « le corps des vertèbres est le plus souvent ramassé, et chez la plupart des serpents d'arbres, le diamètre longitudinal de cette partie excède de beaucoup son épaisseur. » *Le diamètre longitudinal l'emporte invariablement sur le transversal* dans tous les groupes; chez les espèces arboricoles, il y a seulement *exagération* du diamètre longitudinal; dans les *Crotalus*, auxquels Schlegel

est la plus large, et porte une cupule plus ou moins profonde *(cavité glenoïde ou cotyloïde)*, que les anatomistes décrivent comme *hémisphérique,* tandis que presque constamment son diamètre transversal dépasse de 1/3 le diamètre vertical; ses lèvres sont faiblement échancrées en bas et tranchantes, non pas dans toute la circonférence, « *with sharp margins* (1) », mais seulement dans la moitié supérieure. La lèvre inférieure de cette cupule est à bord arrondi au contact du corps vertébral.

En arrière, un *condyle* également ellipsoïdal, légèrement incliné en bas, et correspondant à la cupule, est limité par une rainure désignée sous le nom de *col;* il présente en outre, en bas et en côté, un rebord presque toujours saillant.

Par suite de ce mode d'articulation, les vertèbres sont dites : *procœliques.*

L'arc *(arc neural)* est formé de deux lames *(neurapophyses,* R. Owen*)* épaisses larges trapézoïdales à plan un peu oblique d'avant en arrière et de dehors en dedans. Deux dépressions ovalaires occupent une portion de la surface des lames ; à l'une de ces dépressions s'insèrent les faisceaux du muscle épineux du dos, l'autre, plus elliptique et plus profonde, sert d'attache aux languettes d'origine du long dorsal. Ces lames s'étendent en arrière en une expansion plus ou moins développée, désignée par tous les auteurs sous le nom de *processus aliforme,* plus ou moins séparés par un espace anguleux ; ils portent en dessous de leur extrémité une large facette articulaire *(zygapophyse postérieure et supérieure,* R. Owen), en rapport avec la facette située en dessus de l'apophyse transverse supérieure de la vertèbre suivante.

A la face antérieure de la vertèbre, on remarque immédiatement au-dessus du canal rachidien un prolongement trapézoïde épais, robuste ; c'est le tenon de Cuvier *(zygosphène,* R. Owen). Ce tenon, échancré sur son bord antérieur pour l'attache du tendon de l'inter-épineux, porte à droite et à gauche une facette articulaire très oblique en dedans et en bas (*anapophyses antérieures et supérieures,* R. Owen).

donne les vertèbres les plus trapues, la longueur du corps des vertèbres est presque double de leur épaisseur, comme nous le verrons par la suite.

(1) P. Grant, *loc. cit.*, p. 74.

A la face postérieure, une cavité trapézoïdale profonde, bornée en haut et en côté par le bord légèrement surélevé des lames, est destinée à recevoir le tenon. Cette cavité, mortaise de Cuvier (*zygantrum,* R. Owen), est limitée en bas et en dehors par deux facettes articulaires obliques, correspondant à celles du tenon. Le bord postérieur de ces facettes est tranchant et fait légèrement saillie (1).

En côté de la cavité glenoïde et à la base des lames, une apophyse un peu relevée en haut, plus ou moins robuste, présente à sa partie supérieure une facette articulaire ronde ou elliptique, dont les bords minces et tranchants la dépassent quelquefois de chaque côté (2). Cette facette correspond à celle que l'on vient de voir à l'extrémité des processus, et a reçu de M. R. Owen le nom de *zygapophyse antérieure.*

L'apophyse que nous venons de décrire est désignée par M. Owen tantôt comme diapophyse, tantôt comme processus zygapophysaire; lorsqu'il lui impose cette dernière appellation, il nomme diapophyse le tubercule servant d'insertion aux côtes. Afin d'éviter toute confusion, nous désignerons cette apophyse sous le nom d'*apophyse transverse supérieure* et le point articulaire des côtes sous celui de *tubercule costal.* Ce tubercule allongé oblique de dehors en dedans et de haut en bas, convexo-concave est plus ou moins incliné par rapport au plan du centrum.

Immédiatement en dessous de ce tubercule, on trouve une éminence plus ou moins accusée, quelquefois très longue, tantôt obtuse, tantôt composée d'une lame plate et ovalaire, plus souvent arrondie et incurvée en avant, c'est l'apophyse transverse inférieure (*parapophyse* R. Owen).

L'apophyse épineuse supérieure (*neurepine* R. Owen), est de formes et de dimensions variables, elle fait exceptionnellement défaut, et est toujours plus ou moins inclinée en arrière.

A la face inférieure, le corps porte sur la ligne médiane une apophyse épineuse (*apophyse épineuse inférieure,* auct. *hypa-*

(1) G. Cuvier (*loc. cit.*, t. I, p. 216) donne à chaque vertèbre de serpent *douze facettes articulaires, sans compter celles du corps.* Il y a évidemment erreur, car leur nombre se monte à douze, mais en comprenant le condyle et la cavité glenoïde.

(2) Schlegel (*loc. cit.*, t. I, p. 10) indique la direction du plan des apophyses articulaires comme *parfaitement horizontal.* Ce plan est *toujours invariablement oblique.*

pophyse R. Owen), généralement longue, étroite, mince et tranchante, plus ou moins inclinée en arrière (1); de chaque côté de cette apophyse, deux cavités triangulaires donnent attache aux fibres du muscle transversaire épineux inférieur de Cuvier. Cette hypapophyse existe sur toutes les vertèbres, seulement chez les solénoglyphes, comme on le verra par la suite.

Carus (2) a cherché à établir entre les apophyses épineuses supérieures et l'hypapophyse, une sorte d'antagonisme que nous ne pouvons accepter. L'examen des nombreuses pièces que nous avons sous les yeux, nous prouve qu'il n'y a pas *antagonisme* mais bien plutôt *relation* entre les deux éléments; en effet, aux grandes apophyses épineuses supérieures, correspondent le plus souvent les grandes hypapophyses; aux petites, des hypapophyses moindres; à l'absence des unes, le manque presque complet des autres; les *Crotalus*, dans le premier cas, les *Typhlops*, dans le second, sont démonstratifs.

Les vertèbres des ophidiens sont formées de tissu compact; le corps présente une vaste cavité centrale; une cavité plus petite existe de même au milieu des lames; la tête du condyle, la cavité cotyloïde et les tubercules costaux sont formés de tissu spongieux.

Cette composition des vertèbres, leur donne une résistance et une solidité des plus grandes; il ne faut cependant pas en conclure avec Dumeril (3) « qu'il est plus facile dans les chocs violents que l'on imprime à l'échine d'un serpent, d'en disjoindre les pièces que de les fracturer »; les exemples de véritables fractures et de leur consolidation, sont nombreux; nous possédons un squelette de *Tropidonotus natrix* Schleg, chez lequel vingt-deux vertèbres avaient été brisées sur différents points et se sont consolidées; les galeries d'anatomie comparée du muséum possèdent un *Cylindrophis rufa* Gray, et un *Hydrophis striatus* Schleg, ou plusieurs vertèbres sont dans le

(1) La forme en Y que P. Gervais (*Dict. d'hist. nat. d'Orbigny*, t. XI, p. 737, 2e *édit*, *art. reptiles*), donne quelquefois a l'hypapophyse, ne se rencontre *jamais* chez les ophidiens.

(2) « Un fait digne de remarque, dit-il, (*Loc. cit.* t. III. p. 445), c'est que précisément parce que l'apophyse épineuse supérieure s'*oblitère*, on voit *apparaître* au corps d'un grand nombre de vertèbres, une apophyse épineuse inférieure particulière, dirigée vers la cavité du tronc. »

(3) *Loc. cit.*, t. VI, p. 79.

même cas. Dans tous ces sujets, les fractures ont porté sur le corps et les lames vertébrales, et sont réunies par des cals d'aspect spongieux, plus rarement éburné (1).

II. — Caractères propres aux vertèbres de chaque région.

Région Cervicale. — Deux vertèbres, l'*atlas* et l'*axis* composent à elles seules cette région (2).

Bien que distinguées par tous les auteurs, on trouve une certaine confusion dans les descriptions qu'ils en donnent. Pour Dumeril (3), « l'atlas notamment, représente un simple anneau osseux *sans corps ni apophyses.* »

Pour nous les apophyses peuvent être plus ou moins développées suivant les espèces, mais aucune ne fait défaut. Quant au corps, devant les divergences d'opinions, nous croyons devoir le considérer comme existant, ou du moins décrire ce qu'avec quelques-uns nous regardons comme tel. M. le professeur Robin, décrit l'atlas comme un anneau vertébral sans corps (4) ; mais il s'occupe seulement de l'homme et de quelques mammifères ; en serait-il de même pour les ophidiens? L'embryogenie des serpents pourra seule le démontrer.

Quoiqu'il en soit, Dalton (5), à notre point de vue, décrit avec une scrupuleuse exactitude la disposition particulière de l'atlas : *In vertebra atlante tres partes aperte discernere licet,* dit-il, *quarum inferior corpus est ; partes duæ reliquæ in arcum ita coeunt ut sutura quadam mediâ separantur.* » Siebold et Stannius (6) partagent cette manière de voir. Pour Meckel, le corps

(1) Les côtes souvent sujettes aux fractures se consolident aussi facilement; il est à remarquer que chez elles, le cal est généralement sphérique (Voir le squelette d'Hydrophis des gal. d'an. comp. mus., n° 1347).

(2) La troisième vertèbre a été quelquefois décrite comme cervicale par certains auteurs, seulement parce qu'elle manque souvent de côtes. Ses caractères, identiques à ceux des vertèbres thoraciques, suffisent pour la faire rentrer dans cette région ; d'un autre côté, il arrive que l'atlas et l'axis portent parfois des côtes dans les genres *Python, Tropidonatus, Pelamys,* etc., notamment.

(3) *Loc. cit.*, t. VI, p. 80.

(4) Sur le développement des vertèbres atlas et axis, *in Journ. anat. et physiol. norm. et path.* 1re *année* (1864), p. 274 et seq.

(5) *Loc. cit.*, p. 22.

(6) *Loc. cit.*, t. II, p. 146. — « L'atlas, disent ces auteurs a ordinairement la forme

« est un noyau osseux propre, même chez les sujets avancés en âge, mais il regarde comme une exception spéciale, au genre *Tortrix*, l'indépendance des lames (1).

Tous les ophidiens à quelque genre qu'ils appartiennent, démontrent que l'exception citée par Meckel est au contraire une règle générale.

Atlas.—Le corps (*a*) de l'atlas est mince, étroit, pentagonal ; à la surface antérieure et supérieure, il porte une facette articulaire (*b*) arrondie, concave, un peu inclinée en avant et en rapport avec le condyle occipital ; à la face postérieure, une



facette hémisphérique (*c*), fortement inclinée d'avant en arrière et de haut en bas, s'articule à l'apophyse odontoïde. Les lames (*d*) étroites à leur jonction avec le corps, sont quadrangulaires à la partie supérieure, séparées sur la ligne médiane et prolongées chacune en une épine courte (*e*) ; ces deux épines *en contact* représentent l'apophyse épineuse supérieure ; les processus sont étroits, terminés par une épine (*f*) plate, aiguë, et légèrement relevée. A l'intérieur du trou vertébral, chaque lame porte à sa base, en avant et en arrière une facette articulaire (*g*) correspondant à celles du bec de l'odontoïde. Ces facettes elliptiques occupant la première moitié de la lame, se terminent en haut par un tubercule faisant légèrement saillie ; le ligament, étendu d'un tubercule à l'autre, divise en deux parties l'ouverture centrale et lui donne la forme d'un 8 comme l'exprime Dalton (2) : « *Quod utriusque lateris foramini tribus ossibus*

d'un anneau et se compose d'un *corps* et de deux branches d'arcs vertébraux *supérieurs*, qui sont communément confondus en une seule pièce. » Nous n'avons jamais vu les lames *confondues*, même sur les vieux sujets.

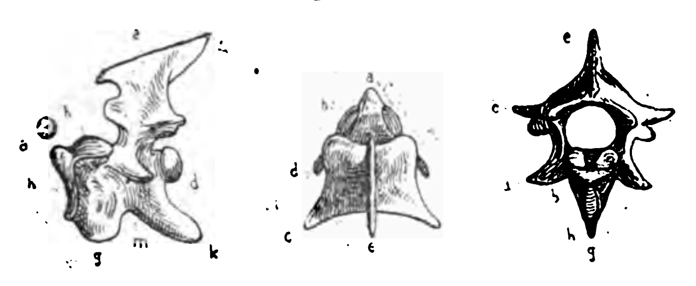
(1) « Quelquefois l'atlas se partage en deux moitiés, l'anneau est alors formé de deux parties symétriques séparées. »

(2) *Loc. cit.*, p. 24.

circumdato formam præbet numeri octonarii signo arabico simillimam. »

La boucle inférieure du *g* reçoit encore le condyle occipital (1) disposé en trèfle et en arrière l'apophyse odontoïde. L'apophyse transverse inférieure (*h*) est assez longue, plate et aiguë ; l'hypapophyse (*k*) est petite et pyramidale.

Axis. — Le corps de l'axis a la figure d'une pyramide dont la base forme le plancher du trou rachidien. L'apophyse odontoïde (*a*) est cordiforme, à pointe mucronée; de chaque côté



une facette ovoïde (*b*) correspond à celles des lames de l'atlas. Les lames sont courtes, quadrilatères, très échancrées en arrière, à processus acérés *(c)* ; les apophyses transverses *(d)* sont épineuses, inclinées en arrière et faiblement cintrées dans le sens de leur inclinaison ; l'apophyse épineuse *(e)* étroite, longue, s'élargit au sommet. Celui-ci est coupé obliquement et terminé par deux pointes mucronées. L'hypapophyse *(g)* épaisse à sa base, plate, arrondie, tranchante au sommet, est échancrée au-dessous du bec de l'odontoïde par une facette articulaire *(h)* en rapport direct avec celle du corps de l'atlas. Une seconde hypapophyse *(k)* longue dirigée en arrière est séparée de la première par un espace assez profond *(m)*.

Dalton (2) est le seul auteur à notre connaissance qui ait distingué ces deux hypapophyses. « *In inferiore corporis ambitu, processus spinosis observantur duo, anterior et posterior.* »

(1) Dumeril, dans son chapitre sur les caractères anatomiques (*loc. cit.*, t. VI, p. 4) dit : « Tête articulée sur le tronc par un *seul condyle occipital convexe comme celui de toutes les autres vertèbres.* » Le condyle occipital ne ressemble en rien aux condyles vertébraux. — Schlegel (*loc. cit.*, t. I, p. 14) l'a exactement décrit : « porté sur un col et composé *de trois pièces*, se soudant avec l'âge, ne formant qu'un seul plan articulaire tantôt en triangle, tantôt en cœur. »

(2) *Loc. cit.*, p. 25.

Dans l'articulation de l'atlas et de l'axis, le bec de l'odontoïde atteint à peine le bord antérieur de l'anneau où il s'engage et n'est pas directement en contact avec le condyle occipital, mode d'articulation que Dumeril (1) ne nous paraît pas avoir suffisamment compris.

L'union intime de lapremière hypapophyse avec l'odontoïde, ainsi que la gorge servant à la rendre indépendante de l'hypapophyse postérieure, semblerait confirmer l'opinion d'après laquelle l'odontoïde représenterait le corps de l'atlas.

Quoiqu'il en soit, nous devons faire ici les mêmes réserves que pour cette première vertèbre.

Région thoracique. — Le nombre des vertèbres composant cette région varie considérablement dans les familles, les genres et les espèces ; elle commence à la première vertèbre qui suit l'axis et se termine ordinairement à la dernière pourvue d'une hypapophyse.

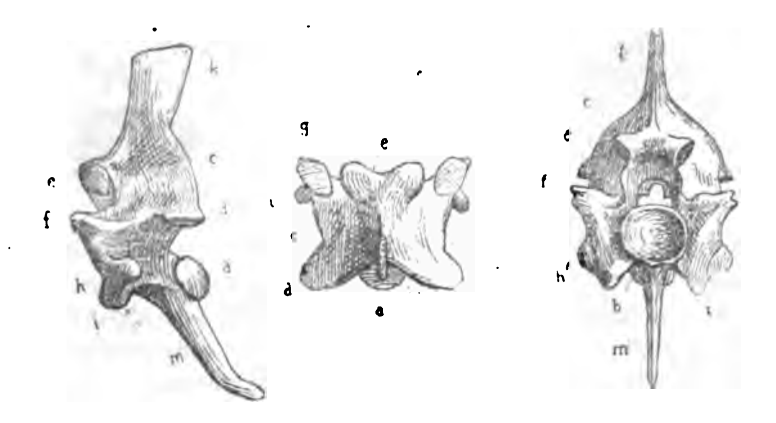
Chez certaines familles où toutes les vertèbres présentent une hypapophise jusqu'à la région sacrée, la distinction des deux régions thoracique et pelvienne est malgré cela facile à établir, car dans ce cas l'hypapophyse pelvienne possède des caractères tranchés que nous signalerons plus loin.

Dans les vertèbres thoraciques, le corps est conique, large en avant ; sa longueur dépasse d'un quart environ son diamètre transverse ; le corps est incliné en arrière ; le condyle *(a)* oblique repose sur un col bien défini ; la cavité glenoïde *(b)*, un peu moins haute que large, est profonde, à lèvre supérieure tranchante et avancée ; les lames *(c)* vues d'en haut sont étroites, inclinées en angle à peu près droit, ouvertes en V en arrière, à processus *(d)* courts, bombés, brusquement abaissés de haut en bas, tronqués ou arrondis en côté, quelquefois prolongés en pointes à leurs extrémités ; le tenon *(e)* est épais, étroit, élevé, incliné de bas en haut et d'avant en arrière, à facettes articulaires presque verticales ; la mortaise peu profonde. Les apo-

(1) *Loc. cit.*, t. VI, p. 80, où il est dit : « L'éminence antérieure du corps de l'axis *au lieu d'être en forme de dent*, présente sur *sa partie tronquée* une concavité articulaire destinée à recevoir *le condyle de l'occipital*.

Meckel (*loc. cit.*, t. II, p. 567) avait émis la même opinion : « La seconde vertèbre est en rapport au moyen de cette saillie (*odontoïde*) avec la partie supérieure et moyenne de la facette articulaire postérieure de l'occipital. »

physes transverses supérieures (*f*) sont courtes tuberculiformes, à facettes quadrilatères obliques (*g*). Les tubercules costaux (*h*) plus larges en haut qu'en bas, sont placés directement en côté ; les



apophyses transverses inférieures (*i*) réduites à un très petit tubercule, ordinairement courtes. L'apophyse épineuse (*k*), très haute, mince, plus large à l'extrémité, presque droite ou peu inclinée, a le sommet généralement coupé obliquement; l'hypapophyse (*m*) longue, robuste, tranchante en avant, et plus épaisse en arrière, est plus ou moins inclinée, à extrémité souvent en crochet ou coupée en biseau. Le trou rachidien (*o*) est large et présente la figure d'un trèfle à foliole supérieure la plus grande.

En résumé, les vertèbres thoraciques se distinguent de la manière suivante : brièveté relative du corps, surélévation et inclinaison des lames, abaissement brusque et raccourcissement des processus, direction oblique du tenon, position élevée des tubercules costaux; développement exagéré des apophyses épineuses supérieures et inférieures; largeur de la partie supérieure du trou rachidien.

Région pelvienne. — Pour cette région comme pour la précédente, le nombre des vertèbres varie ; c'est là qu'elles acquièrent les dimensions les plus fortes.

Le corps est plutôt cubique que conique ; sa longueur dépasse d'un tiers le diamètre transverse ; le condyle (*a*) moins dégagé que dans les thoraciques, repose sur un col sensiblement plus court; la cavité glenoïde (*b*) est plus profonde, à lèvres

hautes et plus avancées. Les lames *(c)* surbaissées, sont creusées en V très largement ouvert, à processus *(d)* larges et minces,



rarement horizontaux, légèrement relevés aux extrémités ; le tenon *(e)* est large, presque droit ; la mortaise profonde a ses facettes saillantes *(s)*. Les apophyses transverses supérieures *(g)*, de longueur et de force toujours relativement considérables, incurvées d'avant en arrière et de haut en bas, terminées en pointe souvent aiguë, dépassant les facettes articulaires *(h)*, à bords irréguliers. Les tubercules costaux *(i)* sont plus en dessous du corps que dans les thoraciques, moins proéminents. L'apophyse transverse inférieure saillante *(k)* est à peu près perpendiculaire, parfois dirigée en avant. L'apophyse épineuse *(m)* courte, large est moins tranchante en avant, et moins inclinée que celle de la région thoracique ; l'hypapophyse *(n)* est réduite à une crète plus ou moins tranchante, très inclinée, a extrémité obtuse, dépassant rarement la base du condyle.

Dans les familles où l'hypapophyse existe aux vertèbres pelviennes, elle se distingue de celle des vertèbres thoraciques par une plus grande brièveté ; plus large, moins anguleuse, à extrémité épaisse et ronde, elle est généralement moins inclinée et ne dépasse jamais le sommet du condyle.

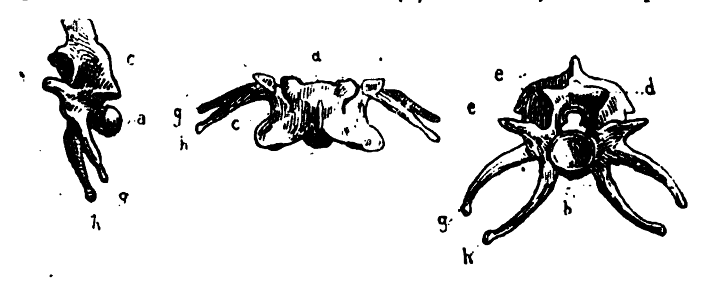
Le trou rachidien *(o)* des vertèbres pelviennes est surbaissé, à foliole supérieure très élargie.

Les caractères des vertèbres pelvinienes peuvent être ainsi résumés : Épaisseur et longueur relative du corps ; aplatissement et écartement des lames ; amincissement et relèvement de l'extrémité des processus ; direction droite du tenon ; position en dessous des tubercules costaux ; développement des apophyses transverses ; brièveté et largeur relatives de l'apophyse épineuse ; brièveté et inclinaison de l'hypapophyse ; aplatissement de la partie supérieure du trou rachidien.

Région sacrée. — Le nombre des vertèbres de cette région ne dépasse jamais le chiffre de dix ; leur largeur est égale à deux fois et demi leur longueur.

Le corps est presque quadrilatère ; le condyle (*a*) est droit, à col peu distinct ; la cavité glenoïde (*b*) très profonde est sphérique (1), à lèvres tranchantes sur tout le pourtour et fortement projetées en avant.

Les lames (*c*) sont planes, très surbaissées d'avant en arrière, larges transversalement. Le tenon (*d*) est court, droit, aplati.



La mortèse a ses facettes articulaires larges et saillantes en avant ; l'apophyse transverse supérieure (*e*) est allongée, généralement dirigée perpendiculairement. Deux longues apophyses, l'une supérieure (*g*), l'autre inférieure (*h*), rondes ou aplaties, courbées et convergentes, délimitent de chaque côté un espace ovalaire. Nous désignerons la première sous le nom d'apophyse costale, pour la distinguer de la véritable côte qu'elle remplace ici. La seconde constitue l'apophyse transverse inférieure (2). L'apophyse épineuse, de forme semblable à celle de la région pelvienne, s'en distingue cependant par son étroitesse et moins de hauteur.

(1) C'est une exception dont la plupart des auteurs avaient fait un caractère généra pour toutes les vertèbres, comme nous l'avons déjà observé.

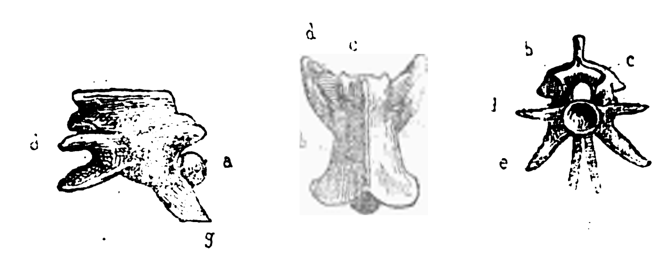
(2) D'après Meckel (*loc. cit.*, t. II, p. 565), les apophyses transverses situées à l'origine de la queue sont bifurquées. « Disposition remarquable, dit-il, en ce que c'est un passage aux côtes qui confirme l'analogie qu'offrent ces os avec les apophyses transverses. La côte, ajoute-t-il plus loin, se bifurque, se confond avec le corps de la vertèbre et devient ainsi une apophyse transverse.

L'observation démontre qu'il n'en est pas ainsi.

Si, comme Meckel, nous prenons pour exemple une vertèbre de *Boa*, nous voyons l'apophyse transverse supérieure complètement isolée, comme nous venons de la décrire et en dessous les deux apophyses, dont la première ou apophyse costale, ne diffère des véritables côtes que parce qu'elle est soudée au centrum. L'apophyse inférieure par sa position, sa tendance à se courber en bas et en avant, son tissu compact

Région coccygienne. — La forme de la queue variable chez les ophidiens, est en corrélation avec la configuration des vertèbres contenues dans cet organe.

Elles sont ordinairement allongées ; le condyle (*a*) est droit très peu saillant, leur jonction paraît moins intime que dans les autres vertèbres. Les lames (*b*) sont très surbaissées largement échancrées en arrière. Le tenon (*c*) est étroit, incliné directement en avant. Les apophyses transverses supérieures (*d*) sont longues, pyramidales, écartées en angle droit, pointues



aux extrémités. Les apophyses costales (*e*) sont longues, presque toujours aiguës, très inclinées en bas.

En dessous du centrum deux apophyses de formes variables, le plus souvent quadrangulaires, écartées (*g*) ou parallèles, sont désignées sous le nom *d'hypapophyses* (auct.) ou *d'hœmepines* (R. Owen).

Elles ne doivent pas être confondues avec l'hypapophyse dont elles se distinguent; par la place qu'elles occupent en dessous du centrum, leur forme spéciale et surtout en ce qu'elles ne sont jamais moins de deux.

L'hypapophyse telle que nous l'avons décrite n'existe pas dans les vertèbres caudales.

Nous aurons soin de les désigner avec Straus-Durckeim, sous le nom *d'apophyses upsiloïdes* (1).

et éburné, démontre qu'elle est indépendante de la supérieure. Ces deux apophyses ne sont donc pas le résultat d'une bifurcation de la côte.

G. Cuvier (*loc. cit.*, t. I, p. 117), que Meckel critique trop souvent, dans sa courte description des vertèbres sacrées, distingue expressément les apophyses transverses, et ne parle en aucune façon des côtes bifurquées.

Il en est de même de R. Owen (*loc. cit.*, t. I, p. 55) plus explicite et dont l'opinion diffère peu de la nôtre. « The diapophyses become much longer in the caudal vertebræ (les premières) *and support in the anterior* nes sorths ribs which usualty become anchylosed to their extremities.

(1) Straus-Durckeim (*Anat. descr. et comp. du chat*, t. I, p. 95), en parlant du

III.—Caractères particuliers aux vertèbres dans les familles, les genres, etc.

Nous nous proposons d'examiner ici les variations que les vertèbres subissent dans chacune des sections composant l'ordre des ophidiens, et de faire ressortir les caractères à l'aide desquels une vertèbre étant donnée, il est possible de déterminer non seulement la région d'où elle provient, mais encore la famille, le genre, souvent l'espèce auxquels elle peut appartenir.

Nous suivrons la classification adoptée par Dumeril et Bibron dans leur Herpétologie générale.

OPHIDIENS.

Sub. I. — Opotérodontes.

Les espèces composant ce sous-ordre, forment une sorte de transition entre les scincoïdiens saurophthales et les ophidiens vrais.

On sait en effet que chez les premiers, les vertèbres sont longues à corps très étroit au milieu, à lames plates un peu concaves au centre, brusquement arrondies en arrière, que les tubercules costaux sont situés sur le plan extérieur du centrum, que l'apophyse épineuse est située très en arrière, généralement pointue; leurs vertèbres coccygiennes d'une étroitesse remarquable ont les apophyses épineuses, supérieures, longues, aiguës et perpendiculaires, à l'axe du corps.

Fam. I. — Epanodontiens. — Vertèbres cubiques. — Condyle dégagé oblique. — Lames plates. — Processus minces, étroits. — Tenon large, court, droit. — Apophyses transverses supérieures tuberculeuses, à facettes articulaires larges. — Tubercules costaux en dessous du corps. — Apophyse épineuse réduite à une crête peu saillante. — Pas d'hypapophyse. — Apophyses costales rudimentaires.

squelette des serpents, s'exprime ainsi : « *Il ne faut pas confondre* les appendices upsiloïdes (*hémapophyses*) avec l'apophyse acanthoïde (*hypapophyse*). » Il établit ainsi d'une manière exacte la démarcation entre les deux organes.

D'un autre côté, Siebold et Stannius (*loc. cit.*, t. II, p. 146) ont soin de dire : « Sous toutes les vertèbres caudales se trouvent deux branches d'arcs vertébraux qui cependant *ne se réunissent pas à leur extrémité* pour former une *apophyse épineuse simple*.

Fam. II. — CATODONTIENS. — Se distinguent des précédents par le condyle plus droit. — Les tubercules costaux moins en dessous du corps; — la hauteur de la crête formant l'apophyse épineuse; — la présence d'une très petite hypapophyse inclinée, sur les huit premières thoraciques.

Dans le *Typhlops braminus* Cuv. (Pl. XIV, fig. 1. *a. b. c.*). Les vertèbres pelviennes sont plus longues que les thoraciques, à lames plus larges et à processus plus droits. — Les apophyses transverses supérieures sont plus longues, à facettes articulaires, elliptiques. — Les apophyses costales plus accusées.

SUB. II. — AGLYPHODONTES.

Très nombreux en genres et en espèces, les aglyphodontes présentent d'importantes différences dans leur système vertébral.

Fam. I. — HOLODONTIENS. — Divisés en deux groupes, à chacun desquels correspond une forme vertébrale particulière.

Sub fam. — I. — Pythonides. — Vertèbres robustes. — Condyle court, oblique, ovalaire. — Lames hautes inclinées en toit. — Processus étroits et plus ou moins aigus. — Apophyses transverses supérieures pyramidales obliques. — Tubercules costaux épais, un peu en dessous. — Apophyse épineuse haute, presque droite. — Hypapophyse longue, tranchante, à pointe en crochet. — Apophyses costales longues, plates. — Apophyses upsilodes étroites quadrilatères.

Sub fam. II. — Tortricides. — Vertèbres plus ou moins courtes. — Condyle petit, droit. — Lames larges, surbaissées. — Processus courts ovalaires. — Apophyses transverses supérieures arrondies. — Tubercules costaux aplatis. — Apophyse épineuse réduite à une crête obtuse. — Hypapophyse courte en forme de crête dentée. — Apophyses costales courtes elliptiques. — Apophyses upsiloïdes en forme de parallélogrammes.

Les vertèbres pelviennes chez le *Python sebæ*, Gmel. se distinguent des thoraciques (Pl. XIV, fig. 2, *a. b. c.*) par des proportions plus considérables, par l'abaissement des lames, et l'élargissement de leurs processus; les apophyses transverses supérieures sont quadrilataires à pointe aiguë, relevée; les tubercules costaux, sont plus en côté du corps; l'apophyse épineuse est large, courte, un peu inclinée.

Dans les vertèbres sacrées, l'apophyse costale est hastiforme ceintrée de haut en bas, l'apophyse transverse inférieure de même forme, plus allongée, courbée en sens inverse, s'incline d'arrière en avant, elles délimitent ainsi un espace ovalaire.

Dans le *Tortrix scytale*, Opp. (*Lab. anat. comp.* 1880-1892) (Pl. XIV, fig. 3, *a. b. c.*) Le corps des vertèbres thoraciques est plus long que haut; les lames sont un peu rétrécies au centre; le tenon est large, concave en avant, séparé des apophyses transverses supérieures par une gorge profonde. Les vertèbres pelviennes sont peu allongées, les lames larges au milieu, sont fortement échancrées en arrière, à processus obtus. Les apophyses transverses supérieures sont de longueur médiocre, un peu amincies en pointe à leur extrémité.

Le *Xenopeltis unicolor* Schleg. dont les vertèbres diffèrent peu de celles des *Tortrix*, présente aux vertèbres thoraciques une apophyse épineuse, mince, peu élevée, à bords obliques, et une hypapophyse assez forte, droite et carrée.

Fam. II. — Aprotérodontiens. — Les deux groupes dont se compose cette famille, fournissent des caractères nettement accusés.

Sub fam. I. Erycides. — Vertèbres assez courtes. — Corps étroit. — Condyle droit. — Lames aplaties, larges à processus peu ou pas mucronés. — Apophyses transverses supérieures arrondies ou ovalaires. — Apophyse épineuse recourbée située très en arrière. — Hypapophyse longue, droite, arrondie ou obtuse. — Apophyses costales pyramidales, quelquefois aplaties. — Apophyses upsiloïdes coniques très inclinées en dehors.

Sub fam II. Boæides. — Vertèbres fortes. — Corps court. — Condyle un peu oblique. — Lames larges, processus obtus. — Apophyses transverses supérieures assez longues, légèrement aiguës. — Apophyse épineuse. assez élevée, droite carrée. — Hypapophyse longue, droite, à pointe arrondie. — Apophyses costales, longues, faibles, arrondies, incurvées. — Apophyses upsiloïdes quadrangulaires écartées.

Chez *L'Eryx jaculus*, Daud. (*Lab. anat. comp.* 1880-1901.) Les deux diamètres des vertèbres thoraciques sont égaux; les processus obtus sensiblement, denticulés à l'extrémité. Le tenon est large, coupé carrément en avant, terminé en côté par une pointe obtuse. L'apophyse épineuse est grèle, triangulaire, inclinée en hameçon. L'hypapophyse est mince, terminée en pointe. Dans les vertèbres pelviennes, l'apophyse épineuse est réduite à une crête peu élevée occupant le tiers postérieur de la longueur des lames.

Les vertèbres coccygiennes ovoïdes, étroites, portent à la face antérieure, de chaque côté, une apophyse épineuse supérieure, courte, en forme de pyramide, dirigée de bas en haut, et une apophyse costale semblable inclinée dans le sens opposé;

en arrrière les processus épais se terminent en cône obtus. L'apophyse épineuse est droite, trapue, inclinée en avant. Les apophyses upsiloïdes coniques et écartées sont insérées presque en côté du centrum (1).

Le *Cylindrophis rufa,* Gray (Pl. XIV, fig. 4, *a. b. c.*) très voisin des Erix s'en distingue en ce que les processus sont à bords arrondis ; les apophyses transverses supérieures assez longues ont leur extrémité ovalaire ; les tubercules costaux sont directement en côté ; l'apophyse transverse supérieure est obtuse ; l'hypapophyse inclinée, longue, épaisse à son extrémité tranchante. Dans les vértèbres coccygiennes, les apophyses costales sont courtes et légèrement aplaties, les apophyses upsiloïdes carrées, minces et peu saillantes.

Quelques auteurs et notamment Schlegel (2) confondent dans leurs descriptions les vertèbres de *Boa* et celles de *Python*. Les vertèbres du *Boa constrictor*, Lin (Pl. XIV, *fig.* 5, *a. b. c.*) par exemple, comparées à celles de *Python Sebæ* Gmel. (Pl. XIV, fig. 2, *a. b. c.*) s'en distinguent toutes proportions gardées, par un aspect moins massif. Les thoraciques sont plus courtes dans le sens longitudinal, plus larges transversalement ; le corps est plus conique, la cavité glenoïde moins elliptique et plus profonde, sa lèvre supérieure plus tranchante; les lames chez le Boa sont moins élevées, plus rétrécies au milieu, le tenon estplus court, plus étroit, à facettes articulaires plus larges. Les apophyses transverses supérieures moins pyramidales creusées à leur pied d'une fossette profonde. L'apophyse épineuse est moins haute et plus étroite ; l'hypapophyse toujours moins haute.

Le diamètre transverse des pelviennes du Boa est égal à deux fois leur longueur. Les processus elliptiques, plats, horizontaux ; les apophyses transverses supérieures allongées, pointues, égalent une fois et demie le diamètre de la face antérieure. Les

(1) Le *volume du corps* des vertèbres dans le genre *Eryx, les nombreuses rangées* d'apophyses grosses *et souvent bifides* sur toute la circonférence, que signale Schlegel (*loc. cit.*, t. II, p. 15) n'existent en aucune façon, comme on vient de le voir. Il nous paraît également inadmissible de voir dans la queue des espèces de ce genre un instrument fouisseur. Nous avons possédé des Eryx vivants, nous les avons attentivement étudiés dans leurs habitudes, et jamais il ne nous est arrivé de les voir pénétrer dans le sable à l'aide de la queue.

(2) *Loc. cit.*, t II, p. 362.

apophyses épineuses sont plus larges et plus épaisses au sommet (1).

Fam. III. Acrochordiens. — Vertèbres relativement longues. — Condyle petit oblique. — Lames très aplaties. — Apophyses transverses supérieures longues, quadrangulaires. — Tubercule costal excessivement proéminent. — Apophyse épineuse haute, étroite à la base, plus large au sommet, inclinée, à sommet denté. — Hypapophyse robuste, épaisse en haut et inclinée, à pointe étroite et obtuse. — Apophyses costales longues, minces, très courbées en avant. — Apophyses upsiloïdes trapèsoïdales parallèles.

Une particularité dont nous n'avons pas trouvé d'exemple dans les autres familles, consiste dans la présence de chaque côté de la cavité glenoïde, à la base des apophyses transverses supérieures de un ou deux larges conduits percés obliquement d'avant en arrière, et traversant l'épaisseur des lames, pour ressortir au fond de la mortèse en dessous de la facette articulaire. Deux autres conduits plus petits et traversant également les lames s'ouvrent de chaque côté du tenon.

Dans les vertèbres de l'*Acrochordus javanicus.* Horns. (Pl. XIV, fig. 6, *a. b. c.*) le corps est faiblement conique. Les lames se prolongent en processus minces et tranchants ; le tenon est court et plat, concave en avant, droit, à facettes articulaires situées en côté et en haut dans les vertèbres pelviennes. Les apophyses transverses supérieures, sont relevées de bas en haut et terminées par une pointe assez aiguë, dépassant les facettes articulaires larges et elliptiques. L'apophyse épineuse est très inclinée, courte en forme de dent à pointe obtuse. L'hypapophyse qui existe dans ces vertèbres est courte, épaisse et complètement couchée. Aux dernières vertèbres caudales, les apophyses upsiloïdes se réduisent a un petit tubercule.

Fam. IV. Calamariens. — Vertèbres assez faibles. — Lames peu élevées, étroites au milieu. — Apophyses transverses supérieures aiguës. — Apophyse épineuse, large, basse, un peu mucronée en arrière. — Hypapophyse courte,

(1) Schlegel, dans sa description du squelette des *Boas* (*loc. cit.*, t. II, p. 371), prétend que les facettes articulaires des vertèbres sont dirigées de telle sorte que le corps de l'animal peut se rouler en dedans avec facilité. « C'est pour cette raison, ajoute-t-il, qu'on ne voit point *d'apophyses transversales* et que les épineuses *sont peu développées, étroites et très distantes les unes des autres.* » Les apophyses transverses supérieures sont, comme on vient de le voir, toujours longues et aiguës; les apophyses épineuses robustes; quant aux apophyses épineuses inférieures des vertèbres du cou, qu'il dit être crochues, nous les avons toujours vues droites et à pointe aiguë.

large arquée, tranchante. — Apophyses costales, horizontales, courtes, pyramidales. — Apophyses upsiloïdes tuberculiformes.

Les vertèbres de l'*Homalosoma lutrix*. Dum et Bib. (Pl. XIV, fig. 7, *a. b. c.*) ont le corps étroit et cylindrique. Le condyle très petit est droit ; les lames sont fortement échancrées en arrière. Les processus assez larges, paraissent denticulés en avant. Le tenon étroit porte de chaque côté une petite pointe saillante.

Dans les vertèbres pelviennes plus larges par le développement exagéré des lames, l'apophyse épineuse est plus haute en avant qu'en arrière, moins large et a mucron plus accusé (1).

Fam. V. — UPÉROLISSIENS. — Vertèbres excessivement faibles. — Condyle large. — Lames excavées en avant, relevées en arrière. — Apophyses transverses supérieures avancées. — Apophyse épineuse tuberculeuses. — Hypapophyse large, oblique, ceintrée. — Apophyses costales à peine indiquées. — Apophyses upsiloïdes rudimentaires.

Dans le *Coluburus Ceylanicus*, Dum. et Bib. (Pl. XIV, fig. 8, *a. b. c*) (2) les lames se terminent par des processus courts, arrondis, le tenon est large, fortement échancré en avant, dirigé obliquement, à facettes articulaires, disposées au sommet; les tubercules costaux sont épais, proéminents. Les vertèbres pelviennes plus allongées, faiblement aplaties, sans apophyse épineuse, ont leurs facettes articulaires beaucoup plus faibles que dans les thoraciques.

Fam. VI. — PLAGIODONTIENS. — Vertèbres trapues. — Lames larges. — Apophyses transverses supérieures épineuses. — Apophyse épineuse haute,

(1) Les os qui composent le squelette des Calamariens, dit Schlegel (*loc. cit.*, t. II, p. 26), « se distinguent comme ceux des Rouleaux par la simplicité de leur conformation. Les différences que nous avons vues exister entre deux genres composant les *Rouleaux* de Schlegel, apparaissent tout aussi évidentes dans cette famille, où l'auteur de la physionomie des serpents a cru devoir réunir des types n'ayant aucun rapport entre eux. Il suffit de citer les genres : *Ablabes* (isodontiens); *Brachyurrus* (leptognatiens) ; *Furina* (conocerques), décrits par Schlegel comme Calamariens.

(2) La petitesse et la rareté des Upérolissiens ont rendu difficile l'étude de leur squelette. Dumeril et Bibron (*loc. cit.*, t. VII, p. 144) ont pu examiner la tête osseuse de quelques-uns. Grâce à un squelette complet de *Coluburus Ceylanicus*, Dum. et Bib., existant dans les galeries d'anatomie comparée du Muséum (A. 1161), nous pouvons faire connaître les caractères vertébraux de cette famille.

Ces caractères n'ont aucun rapport avec ceux des Typhlopiens, parmi lesquels Schlegel comprend les Upérolissiens comme sous genre, et qu'il nomme *Pseudotyphlops*.

carrée. — Hypapophyse longue spatuliforme. — Apophyses costales longues horizontales, comprimées. — Apophyses upsiloïdes acuminées, tranchantes.

Un seul genre compose cette famille. Chez le *Plagiodon helena*, Dum. et Bib. (Pl. XIV, fig. 9, *a. b. c.*) les vertèbres thoraciques sont aussi hautes que larges; les lames surbaissées en avant, se relèvent en arrière et s'étendent en processus à bords obliques; le tenon est court, coupé droit en avant, à facettes articulaires presque perpendiculaires. Les apophyses transverses supérieures, étroites à leur point d'insertion, s'élargissant au contact des facettes articulaires qu'elles dépassent.

Les vertèbres pelviennes, plus plates, à lames moins relevées en arrière, ont leurs apophyses transverses supérieures plus épineuses; l'apophyse épineuse plus large, plus épaisse, moins haute, et inclinée de dehors en dedans.

Les apophyses costales, simples, comprimées, ne sont pas bifurquées, comme le dit Schlegel (1); les apophyses upsiloïdes sont perpendiculaires au centrum et un peu écartées à leur extrémité libre.

Fam. VII. — Coryphodontiens. — Vertèbres robustes. — Condyle très petit. — Lames élevées. — Apophyses transverses supérieures très développées, acérées. — Apophyse épineuse haute, large, à bord postérieur concave. — Hypapophyse longue cultriforme. — Apophyses costales courtes, triangulaires. — Apophyses upsiloïdes trapézoïdales.

Comme la famille précédente, celle des Coryphodontiens ne comprend qu'un seul genre. Dans le *Coryphodon Blumenbachi*, Schl. (Pl. XIV, fig. 10, *a. b. c.*), les processus étroits, cintrés, sont arrondis à leur extrémité. Le corps, dans les vertèbres thoraciques, est mince, étroit en arrière. Les processus étroits, cintrés, sont arrondis à leur extrémité. Le tenon est court, horizontal, à bord antérieur quadridenté. Les apophyses transverses supérieures portent une facette articulaire large, ovalaire, très saillante et tranchante sur les bords. Les apophyses transverses inférieures sont comprimées, saillantes et dirigées en avant.

Dans les vertèbres pelviennes, l'apophyse épineuse est courte et étroite. Les apophyses transverses supérieures et inférieures sont plus longues et plus aiguës.

(1) *Loc. cit.*, t, II, p. 174.

Les apophyses upsiloïdes que Schlegel (1) décrit à tort comme fourchues et très longues, occupent le milieu du corps et circonscrivent un espace légèrement ovoïde.

Fam. VIII. — Isodontiens. — Vertèbres assez fortes. — Lames peu élevées, arrondies. — Apophyses transverses supérieures longues, terminées en pointe. — Apophyse épineuse longue, peu élevée, aiguë en arrière. — Hypapophyse épaisse, longue, en pointe obtuse. — Apophyses costales tuberculiformes. — Apophyses upsiloïdes parallélogrammiques.

Chez l'*Elaphis Æsculapii*, Dum. et Bib. (Pl. XIV, fig. 11, *a. b. c. Lab. d'anat. comp.*, 1876-508), pris comme type de cette famille (2), la longueur des vertèbres thoraciques est à peu près égale à leur hauteur ; les lames, larges en arrière, ont leurs processus cintrés à bords onduleux, un peu relevés en côté ; le tenon, assez large, est dirigé en haut ; les apophyses transverses inférieures, assez fortes, sont coniques et perpendiculaires à l'axe de la vertèbre. Les vertèbres pelviennes plus longues que hautes, étroites en arrière, se distinguent des précédentes par la brièveté relative des processus à bords plus onduleux ; par la plus grande longueur du tenon et l'allongement des apophyses transverses supérieures. Un caractère remarquable des vertèbres sacrées consiste dans l'atrophie complète de l'apophyse costale, tandis que l'apophyse transverse inférieure est longue, étroite, aplatie, à extrémité obtuse, tournée en avant et écartée de dedans en dehors.

Les apophyses upsiloïdes insérées à l'arrière du corps sont parallèles et rapprochées.

Fam. IX. — Lycodontiens. — Vertèbres de forme variable suivant les espèces. — Lames convexes. — Apophyses transverses supérieures à pointe aiguë. — Apophyse épineuse haute quadrangulaire. — Hypapophyse large carrée très inclinée.

Dans le *Boedon unicolor*, Dum. et Bib. (Pl. XIV, fig. 12, *a. b. c.*), le corps des vertèbres est pyramidal, les lames s'élargissent en avant où leurs processus sont minces, arrondis, presque horizontaux et terminés en dehors par une pointe obtuse. Le tenon large, à bords arrondis, est légèrement obli-

(1) *Loc. cit.*, t. II, p. 174.

(2) Le squelette de cette espèce n'offre rien de particulier d'après Schlegel. *Loc. cit.*, t. II, p. 132.

que, à facettes articulaires hautes, presque perpendiculaires. Les apophyses transverses inférieures longues, minces, lenticulaires, s'insèrent perpendiculairement à l'axe.

Les vertèbres du *Lamprophis aurora*, Fitz. se distinguent de celles de l'espèce précédente par l'apophyse épineuse supérieure plus étroite et plus haute; le tenon plus allongé et plus étroit en avant, évidé au centre et à pointes obtuses, triangulaires; par les apophyses transverses ovalaires, à pointe moins aiguë, et dirigées plus en avant; par l'hypapophyse longue et en forme de dent (1).

Fam. X. — Leptognatiens. — Vertèbres assez allongées. — Lames peu élevées, terminées en pointe aiguë. — Apophyses transverses supérieures longues, pointues. — Apophyse épineuse haute, étroite, inclinée. — Hypapophyse étroite, obtuse ou plate, ovalaire, émaillée, ou courte, épineuse, dirigée exceptionnellement d'arrière en avant dans certaines espèces.

Dans les vertèbres des Leptognatiens, les lames aplaties au milieu s'étendent en processus étroits, minces, profondément divisés en arrière; le tenon est étroit, incliné en avant; les apophyses transverses supérieures sont obliques; l'apophyse épineuse des vertèbres pelviennes est moins haute et plus large.

A cette famille appartient le genre *Rachiodon,* Jord., remarquable par quelques-unes des hypapophyses considérées par M. Jordan comme faisant fonctions de dents Œsophagiennes; la description de ces hypapophyses, que l'on trouve dans les ouvrages de Dumeril et Bibron (2), de R. Owen (3), etc., nous dispense de les étudier ici.

Fam. XI. — Syncrantériens. — Vertèbres assez longues. — Lames surbaissées, étroites au milieu, à processus plus ou moins denticulés aux extrémités. — Apophyses transverses supérieures généralement bien développées. — Apophyse épineuse en forme de hache, à pointes antérieure et postérieure plus ou moins aiguë. — Hypapophyse assez courte, forte, trapézoïde ou en

(1) Schlegel (*loc. cit.*, t. II, p. 105) classe dans son genre *Lycodon* des espèces diamétralement opposées, comme l'indiquent Dumeril et Bibron (*loc. cit*, t.. VI, p. 355.) On ne peut accepter sa caractéristique ainsi conçue : « Le squelette des *Lycodon* est composé de vertèbres organisées comme chez les *Coronelles*. » Nous constaterons une fois de plus, en nous occupant des Syncrantériens, auxquels appartiennent les Coronelles, les différences fondamentales qui ont échappé à Schlegel.

(2) *Loc. cit.*, t. VI, p. 160 et t. VII, p. 490.

(3) *On the anatomy of vertebrates*, vol. I, p. 393.

de force dans les régions thoraciques et pelviennes. — Lames étroites aplaties. — Apophyses transverses supérieures longues, coniques. — Apophyse épineuse longue très surbaissée, coupée obliquement en arrière. — Hypapophyse très courte pointue. — Apophyses costales courtes obtuses. — Apouphyses Upsiloïdes quadrangulaires parallèles.

Les vertèbres thoraciques de l'*Erythrolampus Æsculapii*, Wagl., (Pl. XV, fig. 16, *a. b. c.*), d'une petitesse extrême, sont deux fois et demi plus longues que hautes.; les lames ont leurs processus courts arrondis; le tenon, très court, tectiforme, est tridenté en avant; les apophyses transverses supérieures sont dirigées en avant et un peu en dehors, à facettes articulaires ovales.

Les vertèbres pelviennes, du double plus fortes que les précédentes, ont le col du condyle plus allongé, les apophyses transverses supérieures plus grêles, les apophyses transverses inférieures représentées par un tubercule ovalaire, l'apophyse épineuse plus élevée un peu en pointe au-dessus du tenon.

Fam. III. — Anisodontiens. — Vertèbres assez allongées. — Lames rétrécies au centre, élargies aux extrémités. — Apophyses transverses supérieures grêles, pointues. — Apophyse épineuse assez haute, large, tronquée. — Hypapophyse longue à extrémité anguleuse. — Apophyses costales plates à pointe obtuse. — Apophyses upsiloïdes quadrangulaires dentées en avant.

Dans le *Psammophis moniliger*, Schlg. (Pl. XV, fig. 17, *a. b. c. Lab. an. comp.*, 1880-1902), le corps des vertèbres est conique; le condyle saillant. Les lames, profondément divisées en arrière, ont la pointe des processus fortement mucronée; le tenon est large, tridenté en avant, à facettes articulaires larges situées près du bord supérieur.

Les vertèbres pelviennes sont plus larges que les thoraciques; les lames portent un mucron plus proéminent; les apophyses transverses supérieures sont plus larges, plus grêles, plus pointues.

Les apophyses costales s'inclinent d'arrière en avant; les apophyses upsiloïdes sont situées tout à fait en arrière du centrum, écartées et parallèles.

Fam. IV. — Platyrhiniens. — Vertèbres assez courtes. — Lames élevées, bombées en arrière. — Apophyses transverses supérieures très étroites, aiguës, obliques. — Apophyse épineuse haute, étroite. — Hypapophyse courte, droite, tronquée à son extrémité. — Apophyses costales courtes, un

peu aplaties. — Apophyses upsiloïdes réunies et formant un canal sous-caudien.

Chez l'*Homalopsis buccatus*, Fitzing. (Pl. XV, fig. 18, *a. b. c. Lab. an. comp.* 1880-1898) la longueur des vertèbres thoraciques est presque égale à leur hauteur; le corps est cubique, les processus arrondis; le tenon droit, large, aplati, concave en avant, a ses facettes articulaires obliques situées au milieu.

Les vertèbres pelviennes sont un peu plus allongées que les précédentes, les lames plus larges, à processus moins arrondis; le tenon est plus droit, l'apophyse épineuse plus large et plus haute.

Fam. V. — Scytaliens. — Vertèbres allongées. — Lames profondément échancrées au milieu. — Apophyses transverses supérieures longues, aiguës, cintrées en forme de cornes. — Apophyse épineuse formée par une lame saillante mince, dentée aux deux extrémités. — Hypapophyse large en soc de charrue. — Apophyses costales minces elliptiques. — Apophyses upsiloïdes lamelleuses, à peine saillantes.

Le système vertébral présente, dans cette famille, des caractères particuliers.

Dans le *Brachyruton plumbeum*, Dum. et Bib. (Pl. XV, fig. 19, *a. b. c.*) les lames des vertèbres thoraciques ont leurs processus courts, arrondis, bi-mucronés, débordés par les facettes articulaires; le tenon est droit, plus étroit en avant qu'en arrière; les tubercules costaux arrondis font saillie en avant; l'apophyse transverse inférieure est conique et assez proéminente.

Dans les vertèbres pelviennes, les lames sont plus étroites et plus profondément échancrées en arrière; le tenon, dirigé parallèlement au corps, a ses bords externes terminés par une pointe obtuse; les apophyses transverses supérieures atteignent une longueur considérable et s'incurvent encore plus en dedans; l'apophyse épineuse, plus haute en avant qu'en arrière, se prolonge dans cette direction en une longue pointe faisant saillie dans l'échancrure des lames, et se termine en avant par deux mucrons parallèles aigus, dirigés en dessus du tenon.

Fam. VI. — Dipsadiens. — Vertèbres assez robustes. — Lames hautes, courtes. — Apophyses transverses supérieures longues, droites, prolongées en pointe. — Apophyse épineuse haute, carrée. — Hypapophyse robuste, arquée, tronquée à la pointe. — Apophyses costales courtes, coniques. — Apophyses upsiloïdes trapézoïdales à grand côté libre.

Chez le *Cœlopeltis insignitus*, Wagl. (Pl. XV, fig. 20, *a. b. c.*) les vertèbres thoraciques se distinguent par la brièveté du corps, la petitesse et le dégagement du condyle, la terminaison en pointe des processus, la direction oblique des apophyses transverses supérieures.

Dans les vertèbres pelviennes, l'acuité des processus est plus grande, les apophyses transverses supérieures beaucoup plus longues et plus aiguës ; l'apophyse épineuse est plus haute et plus large.

Les vertèbres du *Dipsas annulata*, Lin. sont allongées, les processus très écartés, elliptiques à leur extrémité ; l'apophyse épineuse représentée par une lame courte et peu saillante.

SUB. IV. — PROTÉROGLYPHES.

Les espèces réunies dans ce sous-ordre, et partagées par Dumeril et Bibron en deux tribus, désignées sous les noms de *Conocerques* et de *Platycerques*, malgré le genre de vie terrestre des uns et aquatique des autres, réunissent cependant dans leur colonne rachidienne un caractère commun.

Trib. I. — CONOCERQUES. — Vertèbres fortes. — Lames surbaissées, dirigées obliquement. — Apophyses transverses supérieures courtes pyramydales. — Apophyse épineuse peu élevée, large, un peu concave en avant et en arrière. — Hypapophyse épaisse, inclinée, en biseau à sa pointe. — Apophyses costales courtes, obtuses, inclinées de dedans en dehors. — Apophyses upsiloïdes aplaties, en dents de scie ou quadrangulaires.

Dans le *Bungarus semifasciatus*, Kuhl. (Pl. XV, fig. 21, *a. b. c.*), les processus, assez larges, sont coupés obliquement en côté ; les apophyses transverses supérieures sont également dirigées en côté ; elles atteignent à peine en longueur la moitié de la face antérieure des vertèbres ; leurs facettes articulaires sont elliptiques et étroites ; les vertèbres pelviennes, plus allongées, à processus plus étroits, ont une apophyse épineuse très surbaissée (1).

(1) Pour Schlegel, le squelette de la même espèce est très remarquable « par *le grand développement des apophyses des vertèbres* et particulièrement *des transversales*, qui sont prolongées en une *lame large et déprimée, parallèle à une autre lame saillante* des apophyses articulaires. » (*Loc. cit.*, t. II, p. 456.)

Le même auteur avait donné (*loc. cit.*, t. I, p. 10-11) comme un caractère des vertèbres d'ophidiens : « Le manque *presque complet* d'apophyses transverses dont on

Les vertèbres caudales sont plus longues que hautes, les apophyses transverses supérieures semblables à celles des vertèbres thoraciques et pelviennes, l'apophyse transverse inférieure manque totalement; les apophyses upsiloïdes sont perpendiculaires à l'axe du corps et très rapprochées. On voit *une série unique* d'apophyses de chaque côté dans les premières vertèbres caudales et l'on constate l'absence presque complète de cette série dans les dernières, contrairement à l'avis de Schlegel, qui compare la queue des *Bungarus* à celle des *Erix* (1).

Les vertèbres du *Bungarus annularis*, Daud., se distinguent de celles de l'espèce précédente par le plus grand aplatissement des lames, l'extrémité des apophyses transverses supérieures plus obtuse, leur direction plus horizontale et un peu plus de développement de leurs facettes articulaires, faiblement tranchantes sur les bords; par l'apophyse épineuse moins haute et l'hypapophyse plus courte et plus inclinée.

Le genre *Naja*, assez rapproché des *Bungarus*, s'en distingue néanmoins par quelques caractères.

Dans le *Najo Haje*, Wagl., les vertèbres sont à peu près aussi hautes que larges; les lames, très surbaissées, ont leurs processus elliptiques; le tenon est court, dirigé en haut, et présente en avant une saillie médiane et deux latérales, obtuses,

ne retrouve des parties analogues que chez les Bongares, où elles consistent de chaque côté en *deux lamelles très minces, l'une supérieure*, peu développée et légèrement oblique, *l'autre antérieure*, assez considérable *et large au bout.* »

Pour Meckel (*loc. cit.*, t. II, p. 563), les apophyses transverses du *Bungarus semi fasciatus* forment *des disques arrondis, très larges d'avant en arrière et de dedans en dehors, minces de haut en bas, qui ont presque toute la longueur du corps des vertèbres.* »

Il est inutile d'insister sur les contradictions de Meckel donnant aux vertèbres des apophyses transverses tout à la fois *courtes* et *allongées*, et sur l'incompréhensible confusion de Schlegel, voyant d'un côté une lame transversale parallèle à une lame articulaire, de l'autre réunissant ces deux lames, etc.

Les disques de Meckel ne sont autre chose que les surfaces articulaires des apophyses transverses; il en est de même des lames de Schelgel, seulement on constate que chez le *Bungarus semifasciatus*, et c'est là le point capital, ces lames ou disques sont beaucoup plus courts et plus étroits que dans les espèces appartenant aux familles précédemment décrites.

(1) « Les vertèbres de la queue des Bungarus, dit-il (*loc. cit.*, t. II, p. 458), sont munies *d'une double série d'apophyses transversales* assez larges, dont le nombre *augmente vers le bout* de ce membre jusqu'à *quatre ou cinq rangées, comme dans les Erix.* »

séparées par une concavité; les apophyses transverses supérieures sont épaisses, trapues et portent une facette articulaire large, ovalaire, faisant saillie (1); les apophyses costales sont beaucoup plus courtes que dans les Bungarus; l'apophyse épineuse est courte et peu élevée.

Dans le *Naja tripudians*, Wagl., cette apophyse est réduite à une simple arête médiane appréciable seulement au centre des lames (2).

Trib. II. — Platycerques. — Vertèbres allongées. — Lames aplaties. — Apophyses transverses supérieures longues acuminées, inclinées en bas. — Tubercules costaux presque en dessous du corps. — Apophyse épineuse tranchante, crochue en arrière. — Hypapophyse forte plus ou moins longue, très inclinée, obtuse. — Apophyses costales longues, lamelliformes. — Apophyses épineuses coccygiennes hautes, très étroites, minces. — Apophyses upsiloïdes très longues, en forme d'épine plus ou moins plate, insérées perpendiculairement à l'axe du corps.

Chez l'*Hydrophis striatus*, Schleg. (Pl. XV, fig. 22, *a. b. c.*), les processus des lames sont larges, faiblement dentées en arrière; le tenon est court, arrondi en avant, très droit, épais; les apophyses transverses supérieures portent des facettes articulaires larges, à bords tranchants et saillants en dehors. Dans les vertèbres pelviennes, la dent des processus est beaucoup plus développée; l'extrémité des apophyses tranverses supérieures est excessivement aiguë, d'une longueur exceptionnelle; l'apophyse épineuse très étroite, couchée, est longuement dentée en arrière. Dans les vertèbres sacrées, l'apophyse transverse supérieure est dirigée en avant; l'apophyse costale et l'apophyse transverse inférieure, inclinées presque perpendiculairement à l'axe du corps, réunies dans leur tiers supérieur par une lamelle osseuse très mince, se courbent un peu en dehors vers leur pointe, où elles s'écartent sensiblement l'une de l'autre. Dans les vertèbres coccygiennes, les apophyses upsiloïdes droites et insérées au milieu du corps et excessivement rapprochées, simulant à première vue une longue hypapophyse (3).

(1) C'est un des caractères assignés aux *Bungarus* par Meckel et Schlegel, ce qui ferait supposer qu'ils ont confondu les deux genres.

(2) Meckel et Schlegel (*loc. cit.*, t. II, p. 463) donnent aux apophyses épineuses des Naja *le maximum de longueur*.

(3) Meckel décrit les vertèbres sacrées et caudales des Hydrophis, d'après « un *squelette du cabinet de Paris.* » (*Loc. cit.*, t. II, p, 565.)

Dans le *Platurus fasciatus* Daud., les apophyses transverses supérieures, assez obtuses s'inclinent fortement en bas, surtout aux vertèbres pelviennes; l'apophyse épineuse carrée, faiblement crochue en arrière, s'élève au centre même des lames; l'hypapophyse est courte et conique.

Les vertèbres du *Pelamys bicolor* Daud., sont très aplaties, à processus anguleux, l'apophyse épineuse est étroite, très inclinée, spiniforme; l'hypapophyse assez longue et tranchante.

La position presque en dessous des tubercules costaux, l'inclinaison des apophyses transverses supérieures, appuyées sur la tubérosité des côtes, paraissent influer sur la forme carenée du corps des platycerques, essentiellement aquatiques, bien plus que la forme des côtes, moins cintrées que dans les espèces terrestres, mais cependant, assez pour ne pas suffire à donner au ventre ses dispositions caractéristiques.

Un des caractères spéciaux aux platycerques, réside dans la petitesse excessive du condyle, dont le diamètre atteint à peine le quart de celui de la face antérieure des vertèbres; la forme en lame de la queue, dépend non pas de l'aplatissement des vertèbres, comme l'ont pensé quelques auteurs (1), mais de la hauteur excessive de l'apophyse épineuse, et de la longueur, de la direction perpendiculaire des deux apophyses upsiloïdes.

SUB. V. — SOLÉNOGLYPHES.

Aux formes trapues des solénoglyphes ne correspondent pas comme on l'indique d'ordinaire, des vertèbres d'une force plus grande que dans les types jusqu'ici examinés; chez les vipé-

« Vers la queue, dit-il, les côtes se renflent dans leur partie interne... Il en résulte à leur face supérieure une saillie qui, aux dernières côtes, se prolonge en une apophyse propre considérable. Aux vertèbres coccygiennes, la côte se soude avec le corps, se porte en dedans, et devient ainsi d'abord une apophyse transverse, et ensuite seulement apophyse épineuse inférieure qui, aux dernières vertèbres seulement, se soude à celle du côté opposé, pour former un arc. »

Notre description des vertèbres coccygiennes et caudales de l'*Hydrophis striatus* a été faite sur le type qui a servi à Meckel (n° A, 1180, *Mus. gal. anat. comp.*). Nous n'avons vu aucune des particularités qu'il signale et dont l'exposé nous est tout à fait incompréhensible.

(1) R. Owen.

ricus notamment, elles sont généralement plus faibles que dans toute autre famille.

Trib. I. — Vipériens. — Vertèbres courtes. — Lames élevées, rétrécies au milieu. — Apophyses transverses supérieures longues, étroites à la base, élargies au sommet. — Apophyses transverses inférieures allongées, coniques, dirigées en avant. — Apophyse épineuse, haute, large, plate, oblique en avant, concave en arrière, un peu arrondie au sommet. — Hypapophyse variable de forme dans les régions thoracique et pelvienne. — Apophyses costales horizontales, courtes, aplaties. — Apophyses upsiloïdes, quadrilatères, courtes, rapprochées, parallèles.

Dans l'*Echidna arietans* Merr. (Pl. XV, fig. 23, *a. b. c.*). Les processus sont minces, étroits, coupés carrément en côté. Les apophyses transverses supérieures un peu coniques, sont aiguës dans l'*Echidna Avicennæ* Alpin (*Lab. an. comp.*, 1880-1900) où elles égalent presque la longueur du corps, le tenon est large, oblique, à facettes articulaires en côté, arrondi en avant, mucroné de chaque côté. L'hypapophyse étroite, pointue, un peu inclinée, très longue dans les vertèbres thoraciques, est oblique, très courte, cultriforme dans les vertèbres pelviennes.

Dans le *Cerastes Œgyptiacus* Schleg, (*Lab. an. comp.*, 1880-1899), les processus sont relativement courts et arrondis; les apophyses transverses supérieures courtes et ovalaires; l'hypapophyse droite, parallélogrammique, a sa pointe coupée en biseau; les apophyses transverses inférieures pointues, s'avancent fortement en avant.

Les processus chez les *Vipera aspis* Merr. (*Lab. an comp.* A. 1162). — *Pelias berus* Merr. (*Lab. an. comp.* 1880-1890), également courts aux vertèbres thoraciques, s'amincissent et se relèvent dans les pelviennes; l'apophyse épineuse, relativement étroite pour les premières, est large, concave en arrière, pour les secondes; les hypapophyses sont droites, minces et pointues; les apophyses transverses inférieures pointues, s'inclinent en avant et un peu de dedans en dehors.

Trib. II. — Crotaliens. — Vertèbres robustes. — Lames obliques, rétrécies au milieu. — Apophyses transverses supérieures, longues, aiguës. — Apophyse épineuse très large, haute, épaisse, carrée, mucronée, en arrière. — Apophyses transverses inférieures très proéminentes, coniques. — Hypapophyse variable suivant les régions. — Apophyses costales, horizontales. — Apophyses upsiloïdes quadrilatères.

Chez le *Crotalus horridus* Lin (Pl. XV, fig. 24, *a.b.c.*), le tenon est profondément concave en avant, limité de chaque côté par un tubercule arrondi ; chaque apophyse tranverse supérieure, égale à peu près en longucur celle du corps tout entier, à facettes articulaires, larges et très obliques ; l'hypapophyse épaisse, longue, étroite, très inclinée, est coupée en biseau à son extrémité.

Les vertèbres du *Crotalus miliarius* Lin, sont moins robustes ; les lames plus étroites au milieu, à processus terminés en pointe obtuse.

Dumeril (1) donne les trois dernières vertèbres caudales des Crotales comme *soudées entre elles ;* nous les avons toujours vu jouer parfaitement les unes sur les autres comme toutes celles qui les précèdent ; on remarque seulement une plus grande étroitesse des apophyses épineuses transverses supérieures ; les apophyses épineuses sont également hautes, et les apophyses upsiloïdes, quadrilatères et courtes.

Chez le *Trigonocephalus piscivorus* Lacep, les lames ont leurs processus étroits et onduleux en arrière, les apophyses transverses inférieures sont en forme de lame saillante, arrondie et tranchante ; l'apophyse épineuse est très élevée et concave en arrière ; l'hypapophyse est considérable.

Les vertèbres du *Botrops viridis* Wagl (*Lab. an. comp.*, 1880-1896), sont plus longues que hautes, à processus arrondis en arrière et coupés très obliquement en côté ; l'apophyse épineuse est concave en avant et en arrière, peu élevée ; l'hypapophyse assez courte est cultriforme, a pointe fortement tournée en arrière.

IV. — DU NOMBRE DES VERTÈBRES ET DE LEUR DISPOSITION PAR RÉGIONS.

Nous avons vu que le nombre des vertèbres varie dans les régions thoracique, pelvienne et coccygienne, non seulement chez les espèces, mais aussi chez les individus, tandis que la région cervicale compte invariablement deux vertèbres, et que la région sacrée ne dépasse jamais le chiffre de dix.

(1) *Loc. cit.*, t. VII, p. 1457.

La divergence d'opinion des auteurs relativement à ces nombres (1), nous engage à dresser un tableau de la quantité des vertèbres contenues dans chaque région, pour toutes les espèces que nous avons pu examiner.

Nous ferons observer que nos chiffres, de même que ceux portés aux tableaux déjà publiés, doivent être simplement considérés comme moyennes.

Une colonne donnant la longueur de l'animal non compris la tête, permettra de comparer cette longueur au nombre total des vertèbres ; nous avons dû en ajouter une seconde, indiquant la longueur du tube digestif (pharinx, œsophage et estomac), prises sur le même sujet et indispensable aux observations que nous aurons à présenter plus loin. Toutes nos longueurs sont prises en millimètres.

(1) G. Cuvier, *loc. cit.*, t. I, p. 221. *Tableau;* compte *trois* cervicales au *Boa* et *une* à l'*Eryx*. — Gervais, *Dict. d'hist. nat. d'Orbigny*, t. XI, p. 736, *art. reptiles. Tableau*; reproduit les mêmes chiffres que Cuvier. Ils ne peuvent être acceptés, car ces deux genres ne font point exception à la règle générale ; il n'existe jamais, nous le répétons, que *deux* vertèbres cervicales.

Dumeril et Biberon (*loc. cit.*, t. VI, p. 84), en parlant du nombre des vertèbres et des côtes, s'expriment ainsi : « Ce nombre est de près ou même de plus de 300 dans quelques *pythons* et *trigonocephales ;* il y en a moitié de ce nombre dans la *vipère* et dans la *pelamide*, espèces qui ont LA QUEUE BEAUCOUP PLUS LONGUE QUE *le ventre*. Il ne peut y avoir dans cette affirmation tout à fait contraire à ce qui existe (les vipères et pelamis, ayant on le sait la queue très courte), qu'une erreur involontaire peut être une faute d'impression. Nous croyons néanmoins devoir la faire remarquer, afin d'éviter tout espèce de malentendu.

Schlegel a signalé (*Loc. cit.*, t. I, p. 9), la variabilité dans le nombre des vertèbres, seulement il ne serait pas exact de dire avec lui : qu'elles dépassent rarement trois cents. Il résulte en effet, de nos recherches faites sur une quantité d'espèces limitée il est vrai (62), mais appartenant à toutes les familles, que l'on peut évaluer le nombre des espèces ayant plus de trois cents vertèbres, à une moyenne d'environ 9 p. 100.

Tableau des espèces et du nombre de leurs vertèbres.

Sous ordres.	ESPÈCES OBSERVÉES.	VERTÈBRES. Cervicales	Thoraciques	Pelviennes	Sacrées.	Coccygiennes.	Total des vertèbres.	Longueur du canal alimentaire.	Longueur totale de l'animal.
Opotérodontes.	Typhlops lumbricalis Dum. Bib...	2	14	159	3	10	188	192	424
	— Braminus Cuv.........	»	12	142	3	7	166	188	207
	Stenostoma nigricans Dum. Bib...	»	8	120	2	9	141	171	204
Aglyphodontes.	Python Sebæ Gmel...............	»	72	228	6	62	370	1432	3330
	— molurus Gray..........	»	68	296	8	61	435	1952	5890
	Liasis amethystinus Gray........	»	65	255	10	92	424	1307	2250
	Tortrix scytale Opp.............	»	38	191	5	32	263	382	526
	Xenopeltis unicolor Schleg.......	»	46	135	7	20	210	138	630
	Eryx jaculus Daud.............	»	31	160	7	20	220	210	440
	Cylindrophis rufa Gray..........	»	36	125	9	15	187	188	374
	Boa constrictor Lin.............	»	55	193	8	44	302	1185	2214
	Acrochordus javanicus Horns.....	»	80	103	8	55	248	1020	1488
	Homalosoma lutrix Dum. Bib.....	»	14	116	7	31	170	160	333
	Coluburus Ceylanicus Dum. Bib...	»	35	150	4	10	201	52	199
	Plagiodon helena Dum. Bib.......	»	18	157	7	53	237	254	711
	Coryphodon Blumenbachii Schleg.	»	42	168	9	90	311	948	1545
	Dendrophis picta Boïe...........	»	61	126	9	87	285	947	1120
	Spilotes variabilis Wagl.........	»	48	210	7	93	360	880	1570
	Elaphis Æsculapii Daud.........	»	25	195	6	68	296	425	1350
	Calopisma plicatilis Dum. Bib....	»	30	140	6	32	210	239	680
	Brodon unicolor Boïe............	»	65	107	6	46	226	260	780
	Lamprophis aurora Fitzing.......	»	69	122	6	53	252	138	660
	Rachiodon scaber Jord..........	»	33	213	7	55	310	166	850
	Tropidonotus natrix Schleg......	»	59	147	5	45	258	995	1250
	— viperinus Schleg....	»	55	144	5	46	255	265	662
	— fasciatus Lin......	»	81	143	5	47	278	905	1080
	Coronella cana Dum Bib.........	»	39	162	5	56	264	1034	1932
	Periops parallelus Wagl..........	»	47	156	7	72	284	988	1410
	Zamenis viridi flavus Wagl.......	»	50	182	7	73	314	1010	1234
	Amphiesma tigrinum Dum. Bib...	»	57	139	7	41	246	299	920
	Xenodon severus Boïe...........	»	39	142	7	31	221	995	1010
Opistoglyphes.	Dryinus nasutus Merr...........	»	63	129	10	89	293	1052	1180
	Oxybelis æneus Wagl............	»	59	183	10	77	331	1050	1251
	Tragops prasinus Wagl..........	»	56	183	10	89	340	168	1020
	Erythrolamprus Æsculapii Wagl..	»	55	150	9	81	297	1075	1435
	Bucephalus Typus Smith.........	»	52	161	10	98	323	1070	1317
	Psammophis moniliger Schleg.....	»	48	135	9	78	272	992	1088
	Homalopsis buccatus Fitzing.....	»	30	134	7	58	231	119	693
	Scytale coronatum merr.........	»	39	105	8	55	179	150	593
	Brachyruton plumbeum Dum. Bib.	»	34	151	8	61	256	136	1024
	Triglyphodon jaspideum Dum. Bib	»	32	152	8	80	274	168	954
	Dipsas annulata Lin............	»	27	149	6	71	255	191	765
	Cœlopeltis insignitus Wagl.......	»	41	138	8	77	266	164	1056
Protéroglyphes.	Sepedon hemachates merr........	»	34	115	8	54	213	102	997
	Bungarus annularis Daud........	»	24	154	7	43	230	282	460
	— semifasciatus Kuhl.....	»	30	136	7	48	223	220	892
	Naja tripudiens Wagl..........	»	34	100	6	54	176	202	588
	— haje Wagl................	»	37	105	6	60	210	948	1040
	Platurus fasciatus Daud..........	»	39	99	9	42	191	101	382
	Pelamis bicolor Daud...........	»	47	101	10	32	192	141	486
	Hydrophis striatus Schlig........	»	84	180	9	66	341	904	2040
	— nigrocinctus Schlig....	»	69	142	8	51	272	338	509
Solénoglyphes.	Pelias berus merr..............	»	60	85	5	51	203	340	475
	Vipera aspis merr..............	»	70	84	4	45	205	380	480
	Echidna arietans merr..........	»	80	69	6	13	170	968	1002
	— Avicennæ Alpin.........	»	69	49	5	13	138	376	410
	Cerastes Ægyptiacus Schleg......	»	64	51	5	16	138	356	500
	Crotalus horridus Lin...........	»	128	48	8	24	210	1017	1880
	— miliarius Lin..........	»	125	49	8	37	221	1150	1332
	Trigonocephalus piscivorus Lacep.	»	100	39	10	58	209	1060	1254
	Botrops lanceolatus Wagl........	»	119	37	9	39	206	1025	1050
	— viridis Wagl............	»	117	37	9	33	198	224	396

V. — Remarques physiologiques sur quelques mouvements et plus spécialement sur le role des hypapophyses.

Comme on l'a vu, la flexibilité particulière au tronc des ophidiens dépend uniquement du nombre et de la forme des vertèbres, ou s'insèrent les organes actifs du mouvement.

« La mobilité extraordinaire du corps des serpents, dit Meckel, est due sans contredit à ce que les vertèbres ne sont nullement allongées, mais, au contraire, du nombre des *plus courtes et des plus larges* (1). » De nombreux exemples détruisent cette assertion.

En effet, les vertèbres longues, bien plus longues que celles des batraciens urodèles (auxquels Meckel les compare), se rencontrent justement chez les ophidiens ayant au plus haut degré la faculté de se plier en tous sens. Les espèces dendrophyles sont dans ce cas, et il suffit de citer les genres *Dryinus, Tragops*, etc., etc. Dans les solénoglyphes, au contraire, où les vertèbres sont les plus courtes et les plus larges, cette faculté est faiblement développée, ou bien n'existe pas. Cette fois, notre manière de voir est confirmée par ce que dit Schlegel, habituellement d'accord avec Meckel (2). « Les *Dendrophis*, dit-il, sont très lestes dans leurs mouvements et grimpent sur les arbres avec une agilité extrême ; leur locomotion au milieu des branches d'arbres est facilitée par l'intervalle considérable qui sépare les côtes les unes des autres. Il suit nécessairement de cette organisation que les vertèbres *sont plus allongées*. »

La multiplicité des mouvements de la colonne rachidienne doit donc être attribuée à une autre cause, également invoquée par Meckel : la présence de facettes articulaires à toutes les surfaces en contact des vertèbres (3).

Si le plan des apophyses articulaires était dans une direction *parfaitement horizontale*, il en résulterait, comme le veut Schlegel, que les mouvements du corps des serpents ne s'exécuteraient librement que dans le sens latéral, et quelquefois le sens vertical.

(1) *Loc. cit.*, t. II, p. 557.
(2) *Loc. cit.*, t. II, p. 220.
(3) *Loc. cit.*, t. I, p. 11.

Mais il ne faut pas oublier que les mouvements s'exécutent dans beaucoup d'autres sens, qu'en outre les facettes articulaires sont généralement obliques.

Dans la courbure du corps en avant, par exemple, il est évident que l'horizontalité des apophyses transverses amenant une union intime entre les plans articulaires qui les surmontent et les facettes postérieures, serait un obstacle au mouvement de bascule des vertèbres, nécessaire pendant l'enroulement du tronc en dedans; tandis qu'il est facilité considérablement par l'inclinaison oblique et en sens inverse des quatre surfaces, entre lesquelles, à cause même de cette obliquité, se trouve un espace légèrement ovalaire, rempli par un cartilage relativement épais, dont la fonction serait de contribuer à l'inclinaison de haut en bas.

D'un autre côté, l'obliquité de la cavité glenoïde et le peu de saillie de sa lèvre inférieure permettent au condyle ovalaire de s'abaisser sans obstacle dans le même sens.

Schlegel attribue la courbure en dedans au peu de développement des apophyses épineuses. « Chez les boas, les tortrix et plusieurs coulœuvres, ophidiens qui ont, dit-il, la faculté de rouler leur corps fortement en dedans, les *apophyses épineuses supérieures sont peu développées* (1). » Laissant de côté les tortrix (qui se roulent rarement en dedans) et les coulœuvres (ne sachant pas de quelles espèces entend parler Schlegel), on sait que les apophyses sont longues chez les boas ; or, il est difficile d'expliquer leur influence telle que l'entend Schlegel, car, dans la courbure en dedans, elle est nulle et impossible ; quelle que soit en effet leur longueur, le mouvement de courbure les écarte forcément les unes des autres. Elles ne peuvent, par conséquent, être un obstacle à la flexion.

Leur rôle consiste uniquement à donner attache aux muscles de la région supérieure ; nous comprendrions que Schlegel invoquât leur influence comme entraves aux mouvements verticaux ; mais là encore, en y regardant attentivement, on voit que cette influence est à peu près nulle.

La rigidité du tronc dépend essentiellement du mode d'union du tenon et de la mortaise, dont les facettes articulaires sont

(1) *Loc. cit.*, p. 557.

disposées de telle sorte que, maintenues en place et fixées intimement les unes aux autres par les contractions des muscles de l'épine et particulièrement du long dorsal et du grand transversaire, il leur est impossible de s'écarter dans aucun sens.

Les anatomistes attribuent à l'hypapophyse un rôle important dans le mécanisme des mouvements, et tout en la considérant comme destinée *à servir d'attache aux muscles fléchisseurs du tronc,* ils n'hésitent pas à voir en elle *un obstacle à la flexion du corps en dedans* (1).

Sans nous arrêter à réfuter l'impossibilité absolue de faire ainsi concorder deux fonctions diamétralement opposées, il convient de montrer que, même prises isolément, ces hypothèses sont inadmissibles.

Pour faire voir que l'influence de l'hypapophyse, comme obstacle à la flexion en avant, est de nul effet, il suffit de renvoyer à ce qui a été dit au sujet des espèces dendrophyles, à longues hypapophyses malgré leur mobilité excessive, et aux descriptions des hypapophyses longues, droites et minces des genres *Python, Boa,* etc., etc.

Les hypapophyses généralement droites, c'est-à-dire presque perpendiculaires au plan du centrum, lorsqu'elles sont longues, sont toujours séparées par un espace assez large pour pouvoir empêcher la rencontre de leurs extrémités libres, au moment où les vertèbres basculent de haut en bas; en outre, ce mouvement n'est jamais assez prononcé pour amener leur jonction, quand bien même l'espace inter-hypapophysaire serait plus étroit, par conséquent l'action indiquée n'existe pas.

En second lieu, lorsque l'on observe la position des muscles transversaires épineux inférieurs, il apparaît de toute évidence que l'hypapophyse n'est pas uniquement destinée à lui offrir des points d'attache. Très peu développé (2), quoique étendu sur toute la face inférieure du rachis, ce muscle s'insère aux

(1) P. Gervais (*Dict. d'hist. nat. d'Orbigny*, t. XII, p. 749, art. *Reptiles*), tout en partageant cette opinion, fait exécuter aux serpents, pendant la natation, des mouvements verticaux, ce qui est contraire à l'observation et à l'opinion de tous les auteurs. Les serpents nagent par des ondulations bi-latérales, exactement comme pour la progression sur un corps solide.

(2) Dum. et Bib., *loc. cit.*, t. VI, p. 88.

vertèbres dépourvues d'hypapophyses, tout aussi bien qu'à celles munies de cet organe.

La crête obtuse et longitudinale du plan inférieur du corps de la vertèbre, que l'on a vu remplacer l'hypapophyse dans les vertèbres pelviennes, la dépression profonde de chaque côté de cette crête suffisent amplement à l'insertion du muscle, indépendamment de ses autres points d'attache aux apophyses transverses. Dans les vertèbres thoraciques, on rencontre une disposition identique, seulement la crête s'allonge et se change en hypapophyse; mais là les fibres du transversaire se comportent comme dans le premier cas (1) et ne s'insèrent jamais plus haut que le premier tiers de l'hypapophyse, laissant ainsi ses deux autres tiers libres et indépendants.

L'influence de l'hypapophyse est donc nulle, comme obstacle aux mouvements de courbure du tronc en dedans; d'une importance relative secondaire pour l'insertion des muscles sous-rachidiens, il nous reste à examiner quel est son rôle, son utilité dans l'organisme.

Afin de le faire mieux comprendre, il est indispensable d'examiner quelques-uns des organes de la digestion chez les ophidiens.

Duvernoy, dans ses fragments d'anatomie, a décrit le canal alimentaire des serpents avec une minutieuse exactitude; aussi renvoyons-nous pour les détails à cet important mémoire; il suffit, pour les besoins de notre démonstration, de rappeler avec lui (2) que l'œsophage et l'estomac forment un canal continu d'une longueur proportionnelle variable et généralement courte; qu'ils se distinguent : le premier, par des parois assez minces, à plis longitudinaux petits et peu nombreux; le deuxième, par une brièveté relative très grande, à replis de la muqueuse épais et nombreux; qu'enfin l'un et l'autre, à cause même de ces replis, sont susceptibles d'une dilatation considérable.

(1) Huebner. *De organis motoriis Boa caninæ* (1815), dissert. inaug., p. 27, fait insérer aux hypapophyses les fibres du muscle qu'il appelle rectus inferior capitis; cette opinion n'infirme en rien notre manière de voir, car il n'indique point de quelle façon s'opère l'insertion. Son droit inférieur de la tête n'est autre chose en outre qu'un muscle fléchisseur, une portion du transversaire épineux inférieur, et par conséquent identique au reste de la portion sous-rachidienne.

(2) Duvernoy. *Fragments d'anat. comp. sur l'org. des serpents*. Ann. sc. nat., t. XXX, p. 132 (1833).

Le tableau comparatif de la longueur du tube digestif avec celle du corps, présenté par Duvernoy (1), démontre que l'œsophage et l'estomac réunis dépassent rarement la moitié de cette longueur du corps ; nos recherches, faites sur un plus grand nombre de sujets, nous ont conduit à des résultats à peu près identiques, car il résulte des mensurations portées à notre tableau (p. 219) que la moyenne de longueur des deux organes atteint tout au plus les 3/8 du corps.

Ces notions préliminaires ainsi résumées, lorsqu'on vient à fendre longitudinalement le tube digestif d'un serpent, on aperçoit en dessous du rachis une ligne saillante, dentelée, à dentelures d'autant plus prononcées qu'elles sont plus rapprochées de la partie antérieure du tronc.

Une dissection minutieuse permet de constater que chaque saillie correspond à l'extrémité libre de l'hypapophyse, repoussant ainsi par places les minces couches musculaires et la muqueuse digestive.

La hauteur de la crête dentelée ne dépend pas seulement de la longueur des hypapophyses, que nous avons vu diminuer, en général, vers la fin de la région thoracique, il faut en outre tenir compte de l'épaisseur variable des parois du canal alimentaire, car on observe souvent des hypapophyses relativement courtes, former, malgré leur brièveté, des denticulations plus hautes, dans la région œsophagienne que dans la région stomacale.

La longueur de la ligne hypapophysaire dépasse rarement celle de l'œsophage et de l'estomac ; l'une et l'autre sont en rapports directs, de telle sorte qu'à l'inspection d'une colonne rachidienne, il est possible de déterminer l'étendue des deux organes.

Un nombre restreint d'hypapophyses, indique donc un canal digestif court, comme aussi à un canal long, répond une quantité souvent considérable d'hypapophyses. En outre, plus le tube digestif est long, plus les hypapophyses sont fortes et saillantes. Dans les solenoglyphes par exemple, où l'œsophage et l'estomac atteignent leur plus haut degré d'étendue, le nombre des hypapophyses est généralement considérable.

(1) *Loc. cit.*, p. 159.

Ces variations, de longueur et de nombre, semblent du reste concorder, non pas précisément avec la quantité de proie ingérée, mais bien plutôt, avec la rapidité ou la lenteur de l'acte de la digestion.

Il nous a été donné d'étudier dans leur centre même d'habitat, certaines espèces que nous apportons à l'appui de cette théorie, ce sont : le *Python sebæ* et les *Echidna arietans* Merr, et *Gabonica*, D. B. (1).

Chez les *Python sebæ*, de 3 mètres environ, le nombre des hypopaphyses dépasse rarement 72 ; la longueur de l'œsophage et de l'estomac, atteignent en moyenne 1,422^{mm}.

Chez les *Echidna* de 1 mètre, on peut compter de 80 à 90 hypopaphyses et 0,968 de long pour l'œsophage et l'estomac.

Or, le Python absorbe, il est vrai, une quantité souvent considérable d'aliments, mais il lui faut de huit à douze jours pour qu'il éprouve le besoin de chercher une nouvelle proie (2).

Les Echidna, au contraire, avalent des animaux relativement petits, mais assez nombreux ; il est rare cependant qu'après deux jours d'ingestion, elles ne manifestent pas impérieusement le besoin de renouveler leur alimentation (3).

La corelation entre les hypopaphyses et la partie antérieure du canal alimentaire, se produit comme nous l'avons déjà dit,

(1) Bien que ces espèces fussent tenues en captivité, nous avions eu soin de les aménager de façon à les rapprocher le plus possible de l'état libre. Renfermées séparément dans des cages spacieuses, entourées d'arbustes, d'eau, de divers animaux sans cesse renouvelés ; elles avaient en outre l'avantage de vivre dans leur pays natal et d'être soumises à toutes les influences du climat de la Sénégambie. Dans de telles conditions, nos observations présentent un degré réel d'exactitude, et ne peuvent être comparées à celles faites dans nos ménageries, sur les mêmes espèces, ou malgré tous les soins, rien ne leur rappelle le climat où elles sont nées.

(2) Dugès (*Recherches anat. et phys. sur la déglutition des reptiles*, *ann. sc. nat.*, t. XII, p. 392 (1827), donne une durée moins longue à la digestion chez diverses espèces. Ne les ayant point observées, nous ne pouvons contrôler ses chiffres ; il est probable que cette durée doit varier suivant les espèces.

(3) Duvernoy (*Loc. cit.*) considère le canal alimentaire des ophidiens comme se rapprochant par sa brièveté relative du type des animaux carnassiers.

La longueur proportionnelle de l'œsophage et de l'estomac chez les solenoglyphes paraît faire exception à cette règle. Il n'en est rien cependant, car parmi les espèces de ce sous-ordre, la dilatabilité du tube digestif étant moindre, par suite du petit nombre des replis de la muqueuse, que dans les autres sous-ordres, l'ampleur de ces derniers est compensée ici par une longueur plus grande. La somme des surfaces est donc à peu de chose près égale pour les unes comme pour les autres.

d'un côté par la similitude des longueurs, de l'autre par la proéminence des hypapophyses à l'intérieur de ce canal.

Il en résulte que les hypapophyses doivent participer aux phénomènes dont l'œsophage et l'estomac (l'œsophage surtout) sont le siège, principalement pendant l'acte de la déglutition.

Dans ses recherches anatomiques et physiologiques sur la déglutition des reptiles, Dugès (1) après avoir décrit le mécanisme des mâchoires, au moment où elles ont saisi la proie, et les mouvements de l'appareil maxillaire, pour la faire pénétrer dans le pharynx, dit : « Les dents dirigées en arrière, s'opposent à toute rétrogradation, et secondent au contraire toute impulsion favorable, comme les barbes d'un épi de seigle, glissé dans la manche d'un habit, tournent au profit de la progression les moindres mouvements qui lui sont imprimés, et il ajoute : « Il ne suffit pas que les aliments soient arrivés au pharynx pour que toute difficulté cesse ; l'étroitesse du cou leur oppose un nouvel obstacle. On voit alors la bouche se fermer autant que possible, et la tête, *se portant en arrière comme pour rentrer dans le cou, pousser directement dans l'œsophage la masse que des ondulations latérales font encore avancer.* »

Si à ces deux mouvements combinés, on ajoute la saillie des hypapophyses, n'est-il pas permis de les considérer comme les homologues des dents que l'on vient de voir, d'après Dugès même, s'opposer à toute rétrogradation de la proie? En effet, le bol alimentaire, une fois engagé dans la première portion de l'œsophage, immédiatement après avoir franchi l'isthme du pharynx, glisse le long de la crête hypapophysaire, dont l'inclinaison n'apporte aucun obstacle à sa progression ; mais, lorsque la partie antérieure du tronc vient à se contracter, à s'arcbouter en quelque sorte, sur la masse alimentaire, afin de permettre aux mâchoires de s'écarter et de se porter en avant, pour attirer une nouvelle portion de l'animal absorbé, alors il paraît naturel que les hypapophyses pressées, par les contractions musculaires sur la portion déjà engloutie, la maintiennent en place, jusqu'au moment où la contraction cédant à un nou-

(1) *Loc. cit.*, n° 390.

veau mouvement de recul, elles secondent son impulsion comme pour l'*épi de seigle*, suivant l'heureuse comparaison de Dugès.

Les hypapophyses nous semblent donc être destinées, tout particulièrement : *à maintenir le bol alimentaire pendant les contractions que nécessite l'acte de la déglutition, et à faciliter son cheminement à travers le canal alimentaire.*

Dans un compte rendu succinct de ce mémoire, présenté à l'une des séances de l'Académie des sciences (1), nous avions posé la question suivante : le rôle de l'hypapophyse ne consiste-t-il pas à s'opposer à la regurgitation des aliments? et nous avions eu soin d'ajouter : « *pendant la déglutition et pendant les mouvements qui suivent l'ingestion des aliments?* »

Nous venons de répondre à cette interrogation par les conclusions qui précèdent. N'est-il pas de toute évidence que si l'hypapophyse maintient momentanément le bol alimentaire et contribue peu après à sa progression, elle s'oppose par ces deux actions combinées à sa rétrogradation, *à la régurgitation?* Ce rôle s'exercerait *seulement* (et il est utile de le répéter) pendant la déglutition ; il cesse d'exister aussitôt *l'ingestion complète* de la proie.

L'expulsion des aliments absorbés est fréquente chez les ophidiens, mais particulièrement parmi les sujets tenus en captivité. Ce phénomène s'observe rarement à l'état libre (2), du moins pour les espèces que nous avons pu observer, principalement en Sénégambie.

Doit-on attribuer cette fréquence chez les animaux captifs à une influence pathologique, à un trouble apporté aux fonctions digestives?

Nous n'avons pas à nous en occuper ici.

Nous insisterons en terminant sur un fait d'une haute importance, et qui résulte des données mêmes contenues dans ce mémoire.

(1) 27 septembre 1880.

(2) Schlegel (*loc. cit.*, t. I, p. 49), partageant l'opinion de MM. Dieperink et Lenz, dit : « Lorsqu'on poursuit un serpent qui vient d'avaler sa nourriture, il la dégorge souvent pour se rendre plus alerte à fuir. » Ce fait est difficilement explicable, lorsqu'on réfléchit à la façon dont se comporte un serpent après l'ingestion même partielle de sa proie. Il nous est souvent arrivé de saisir, dans ces conditions, des Tropidonotus, des Zamenis, des Pythons, etc., et jamais ils n'ont dégorgé la proie qu'ils étaient occupés à avaler.

En jetant un coup d'œil d'ensemble sur la disposition des éléments vertébraux dans les familles, les genres et les espèces, si l'on compare les variations subies par ces éléments avec les modifications crâniennes et dentaires, on voit apparaître entre ces diverses parties du squelette une corrélation des plus intime, c'est-à-dire qu'une tête d'ophidien étant donnée, il est facile de déterminer, au moins approximativement, à l'aide des caractères qu'elle présente, la forme des vertèbres de l'animal auquel elle appartient. La proposition inversement posée amène aux mêmes résultats.

Dumeril et Bibron, en basant leur classification des ophidiens sur la composition de la tête et sur le système dentaire en particulier, avaient-ils pressenti cette corrélation ?

Tout porte à le supposer, malgré le silence gardé à ce sujet dans leur herpathologie générale ; quoiqu'il en soit, la valeur indiscutable de leur caractéristique ressort de ces comparaisons, elle apporte aussi une preuve nouvelle en faveur de cette vérité proclamée par l'immortel Cuvier :

« Les lois qui déterminent les rapports de systèmes d'organes affectés aux différentes fonctions, exercent également leur puissance sur les différentes parties d'un même système et en lient les variations avec la même force. »

EXPLICATION DES PLANCHES.

Chaque vertèbre est représentée sous trois aspects : — *a*. Vue de profil ; — *b*. Vue d'en haut ; — *c*. Vue de la face antérieure. — Elles appartiennent toutes à la région thoracique afin de montrer la forme caratéristique de l'hypapophyse.

Pl. XIV.

Fig. 1. — *Typhlops braminus* Cuv. — Grossi 8 fois.
2. — *Python Sebæ* Gwel. — Grand. nat.
3. — *Tortrix scytale* Opp. — Grossi 4 fois.
4. — *Cylindrophis rufa* Gray. — Grossi 4 fois.
5. — *Boa constrictor* Lin. — Réduit aux 2/3 de la grand. nat.
6. — *Acrochordus Javanicus* Horns. — Grand. nat.
7. — *Homalosoma lutrix* Dum. Bib. — Grossi 4 fois.
8. — *Coluburus Ceylanicus* Dum. Bib. — Grossi 9 fois.
9. — *Plagiodon helena* Dum. Bib. — Grossi 3 fois.
10. — *Coryphodon Blumenbachi* Schl. — Grossi 1/2 fois.
11. — *Elaphis Æsculapii* Dum. Bib. — Grossi 2 fois.
12. — *Boedon unicolor* Dum. Bib. — Grossi 2 fois.

Pl. XV.

Fig. 13. — *Tropidonitus fasciatus* Lin. — Grand. nat.
14. — *Zamenis viridiflavus* Wagl. — Grossi 1 fois.
15. — *Dryinus nasutus* Merr. — Grossi 2 fois.
16. — *Erythrolampus Æsculapii* Wagl. — Grossi 2 fois.
17. — *Psammophis moniliger* Schleg. — Grossi 2 fois.
18. — *Homalopsis buccatus* Fitzen. — Grossi 2 fois.
19. — *Brachyruton plumbeum* Dum. Bib. — Grossi 1/2 fois.
20. — *Cœlopeltis insignitus* Wagl. — Grossi 1/2 fois.
21. — *Bungarus semifasiatus* Kulh. — Grossi 1/2 fois.
22. — *Hydrophis striatus* Schleg. — Grossi 1/4 fois.
23. — *Echidna arietans* Merr. — Grossi 1/2 fois.
24. — *Crotalus horridus* Lin. — Grand. nat.

ENCÉPHALE ET NERFS CRANIENS
DU CERATODUS FORSTERI

Par le Dr H. BEAUREGARD

(Planche XVI).

Les mémoires publiés depuis une quarantaine d'années sur les Poissons dipnoïques ont fait connaître dans la plupart de leurs détails les caractères anatomiques des espèces de ce groupe. Le Lepidosiren paradoxa et le Protopterus (Lepidosiren annectens) ont été décrits les premiers par Owen, Hyrtl, et plus récemment par Humphry et Wiedersheim. Mais sur le Ceratodus nous ne possédons outre les recherches de Humphry qui ont trait uniquement à la description des muscles, qu'un mémoire important, celui de Günther. Dans ce mémoire on trouvera des descriptions très complètes du squelette et des viscères, mais il n'est pas fait mention de l'encéphale et des nerfs crâniens, ces diverses parties ne se trouvant pas conservées sur les individus examinés par cet anatomiste. Günther, dit en effet : « Le cerveau se trouvait malheureuse- « ment détruit, mais je suppose que, comme dans le Lépidosi- « ren il est beaucoup plus petit que la cavité cranienne et ne « la remplit pas. Il paraît devoir être très semblable en forme « au cerveau des autres dipnoïques. Nous distinguons le large « canal pour les lobes olfactifs divergents, l'excavation consi- « dérable pour les hémisphères, la cavité siège de la glande « pituitaire bien développée et l'espace pour les corps quadri- « jumaux et le cervelet. »

L'encéphale du Cératodus restait donc à décrire. M. le professeur Pouchet ayant bien voulu nous confier deux spécimens de Ceratodus Forsteri, nous avons fait au laboratoire d'Anatomie comparée du Muséum, les recherches dont nous exposons ici les résultats. Les individus qui nous ont été remis étaient conservés dans l'alcool et en très bon état, ce qui nous a permis de retracer dans ses principaux détails la configuration extérieure

de l'encéphale. Nous aurions voulu par des coupes, pénétrer plus avant dans la connaissance de ces diverses parties et les étudier de plus près, malheureusement l'alcool en durcissant les masses nerveuses leur a donné une telle friabilité qu'il nous a été impossible de songer à user de ce procédé d'investigation, le seul cependant qui nous paraisse pouvoir donner des notions précises et indiscutables; nous devrons donc nous borner pour appuyer nos interprétations, à nous servir des rapports de situation des diverses parties de l'encéphale et de l'origine apparente des nerfs crâniens.

I. — Encéphale.

L'encéphale du Ceratodus est, dans les points essentiels comparable à l'encéphale des autres poissons dipnoïques, toutefois il s'en écarte par quelques particularités importantes. Nous procéderons dans cette description, des parties antérieures aux parties postérieures. Semblablement à ce que l'on remarque chez le Lepidosiren et le Protoptérus, l'encéphale est recouvert dans toutes ses parties d'un lacis très serré de tractus conjonctifs supportant de nombreux vaisseaux, mais sauf dans ses parties moyennes (cerveau intermédiaire et moyen) qui n'ont qu'un faible développement en largeur, l'encéphale remplit complètement la cavité crânienne. Les régions antérieure et postérieure offrent en effet un grand développement.

a. Le *Rhinencephale* chez les Dipnoïques n'est pas distinct du cerveau antérieur. Tous deux sont soudés en une seule masse qui donne naissance aux cordons nerveux olfactifs. Ceux-ci après un assez long trajet s'étalent à la surface de l'organe de l'odorat. Il n'en est plus de même chez le Ceratodus. Les lobes olfactifs sont complètement distincts du cerveau antérieur, ils affectent la forme de lobes ovoïdes allongés, divergents d'une façon très sensible et sont unis au cerveau antérieur par un court pédicule qui me paraît être creux et faire communiquer les cavités dont ces lobes sont creusés avec les ventricules du cerveau antérieur. Ces pédicules se continuent chacun à la surface du cerveau antérieur en une grosse cuisse ovoïde assez comparable aux cuisses du rhinencéphale chez les Plagiostomes et particulière-

ment chez les Squales (Spinax etc.) Toutefois ces renflements chez le Ceratodus ne siègent pas sur les côtés du cerveau antérieur comme chez les Plagiostomes mais complètement sur sa surface qu'ils recouvrent presque entièrement. Les lobes olfactifs sont donc chez le Ceratodus complètement séparés du cerveau antérieur. Leur extrémité antérieure atteint presque les vésicules olfactives et s'y divise en plusieurs gros troncs nerveux.

Le *cerveau antérieur* du Ceratodus est, par son développement en hauteur comparable à celui des autres dipnoïques, mais il s'en distingue par un diamètre sagittal relativement moindre et un diamètre transversal relativement plus considérable. De telle sorte qu'au lieu de former une masse ovoïde allongée et un peu aplatie sur ses faces latérales, il représente une masse presque sphérique qui déborde de chaque côté au-dessous des cuisses du rhinencéphale.

Il en résulte que lorsqu'après avoir ouvert la cavité crânienne on examine l'encéphale, on aperçoit sans rien déplacer, au-dessous des deux proéminences ovoïdes formées par les cuisses des lobes olfactifs deux grosses masses dont les bords sont visibles de chaque côté. Pour loger ce cerveau considérable, le cartilage cranien est creusé en avant d'une cavité qui s'évase en bas pour renfermer le cerveau antérieur et s'amincit en haut pour loger les cuisses du rhinencéphale.

Le cerveau antérieur est creusé de deux larges ventricules qui me paraissent en communication avec les ventricules des lobes olfactifs. A la partie supérieure entre les cuisses du rhinencéphale je trouve une bande de substance nerveuse qui s'étend du bord postérieur au bord antérieur du cerveau et qui semble réunir les deux lobes dont ce dernier est formé. A la face inférieure au contraire il existe une fente profonde qui permet de séparer complètement sans les déchirer les deux hémisphères du cerveau. Ceux-ci ne restent plus réunis que par la bande sagittale médiane dont je viens de parler. D'après Hyrtl chez le Lepidosiren paradoxa il n'en serait pas de même et les deux hémisphères seraient complètement confondus à leur base. Wiedersheim au contraire trouve une fente de séparation chez le Protopterus. En effet sur un Protopterus que nous avons sous les yeux, les lobes antérieurs présentent à la face inférieure,

comme à la face supérieure une fente sagittale, et ces deux fentes correspondent à une séparation complète entre les deux hémisphères, comme il est facile de s'en assurer en écartant légèrement les bords de ces fentes. On arrive facilement sans aucune lacération à séparer complètement les deux lobes du cerveau antérieur, ce qui, je l'ai dit plus haut ne se pourrait pas faire chez le Ceratodus.

En un mot, le cerveau antérieur du Ceratodus se distingue à première vue du cerveau antérieur des autres Dipnoïques par le grand développement de son diamètre transversal et par ce fait qu'il n'est pas confondu avec les lobes olfactifs. Mais de même que chez les autres Dipnoïques son développement en hauteur est très caractéristique de sorte qu'il occupe dans le crâne un plan profond, et qu'il offre un volume tout à fait prédominant relativement aux autres parties de l'encéphale.

b. Le *cerveau intermédiaire* du Ceratodus est comparable à celui des autres Dipnoïques Comme chez le Protopterus, il est représenté à sa partie inférieure par une saillie très développée dans laquelle un large infundibulum aboutit à une hypophyse relativement très volumineuse, de forme ovoïde. La partie supérieure du cerveau intermédiaire est constituée par une lame un peu courbe à concavité antérieure séparée de la face postérieure des hémisphères par une fente transversale profonde. L'ouverture de cette fente est fermée par une membrane transparente dans laquelle, en avant, est enchâssée une petite masse cordiforme de substance opaque qui paraît répondre à une épiphyse et s'appuie sur la commissure postérieure des deux hémisphères. Wiedersheim décrit une disposition très semblable chez le Protopterus. Quant à la partie inférieure du cerveau intermédiaire, très développée comme je l'ai dit plus haut, elle constitue une sorte de pédicule épais, dirigé d'avant en arrière et qui se loge dans une rigole spécialement creusée dans le cartilage crânien pour le recevoir ainsi que l'hypophyse qu'il porte à son extrémité. Il n'existe pas de lobes inférieurs chez le Ceratodus et les autres Dipnoïdes en sont également dépourvus. Ce caractère mérite d'autant plus de fixer l'attention, que chez certains Plagiostomes les lobes inférieurs font aussi à peu près défaut.

c. Le *cerveau moyen* relativement au cerveau antérieur et au

cervelet présente chez le Ceratodus un faible développement et me paraît différer un peu du cerveau moyen du Protopterus. Chez ce dernier il forme en effet une masse allongée d'avant en arrière et impaire. Wiedersheim ne signale point de divisions en deux lobes optiques, et je n'ai pu également, sur l'individu que j'ai disséqué avec beaucoup d'attention, en observer aucune trace. On observe seulement une très légère striation transversale qui n'est visible que sur la ligne médiane du lobe. Chez le Ceratodus au contraire, le cerveau moyen forme une masse sphérique nettement divisée à sa surface supérieure par un sillon médian en deux petits lobes. La face inférieure est assez bien développée et sphérique sans aucune trace de division.

d. Le *cerveau postérieur* présente chez le Ceratodus un assez grand développement. Il est formé par un lobe creux impair séparé du cerveau moyen par un sillon transversal. Le bord antérieur de ce lobe est moins large que le bord postérieur; celui-ci indiqué par un sillon transversal se continue dans une membrane vasculaire assez dense qui s'étend au-dessus de la fosse rhomboïdale et lui forme un toit presque complet qui m'a cependant paru être interrompu vers la partie la plus reculée de la moelle allongée. Le cervelet paraît en somme formé par une lame qui au lieu de se recourber en un simple bourrelet transversal accolé comme chez le Protopterus à la face postérieure du cerveau moyen, se recourbe en une sorte de voûte convexe qui s'attache en arrière à la toile qui recouvre la fosse rhomboïdale. En ce point d'attache, la voûte du quatrième ventricule forme une sorte de bourrelet qui surplombe légèrement le cerveau postérieur, ainsi que le représentent nos figures; en arrière elle s'attache sur les bords de la fosse rhomboïdale. De ces bords partent une grande quantité de petits prolongements minces que l'on aperçoit rangés côte à côte comme les dents d'un peigne qui se prolongent à la face interne de la voûte membraneuse et qu'on aperçoit bien lorsqu'on essaye d'écarter cette membrane des bords où elle s'attache. Le cervelet tel que je viens de le décrire, diffère sensiblement du cervelet des autres Dipnoïques qui n'est représenté que par un bourrelet transversal; je ne crois pas cependant me tromper dans mes appréciations, car c'est au niveau du bord antérieur

de ce lobe tel que je l'ai décrit que prennent naissance les nerfs de la cinquième paire.

J'ai dit tout à l'heure que la fosse rhomboïdale est recouverte d'une toile assez épaisse ; cette toile ne m'a paru renfermer que des vaisseaux qui rampent au milieu d'une trame conjonctive. Et je n'ai pu trouver d'éléments nerveux, sauf au voisinage des bords de la moelle allongée. Faut-il voir dans cette formation l'homologue du lobe postérieur qu'on trouve chez beaucoup de téléostéens à la surface de la fosse rhomboïdale, je ne saurais rien affirmer à cet égard. Quoiqu'il en soit, la fosse rhomboïdale au lieu d'être largement ouverte comme chez le Lepidosiren et le Protopterus, est chez le Ceratodus à peu près complètement close. Si l'on sépare cette membrane vasculaire qui recouvre la fosse rhomboïdale, on trouve sur le plancher de celle-ci une fente médiane très apparente et qui s'étend jusqu'à la partie antérieure du cervelet. D'ailleurs la fosse rhomboïdale débarrassée de sa voûte se présente avec la forme qu'elle revêt chez la plupart des poissons et particulièrement chez les autres Dipnoïques. Très allongée dans le sens sagittal, elle s'élargit et s'évase en avant en forme d'entonnoir.

En résumé la description que je viens de donner de l'encéphale du Ceratodus montre qu'il est comparable dans ses points essentiels à celui des autres poissons Dipnoïques. Toutefois il s'en écarte par quelques caractères importants. Les lobes olfactifs ne sont pas confondus avec le cerveau antérieur et la forme du cerveau antérieur est également différente. Par là, de même que par le développement tout particulier du cervelet, l'encéphale du Ceratodus se rapproche plutôt de celui des Selaciens. Mais d'autre part, l'absence de lobes inférieurs, le développement du cerveau intermédiaire et particulièrement de l'infundibulum le rapprochent de l'encéphale des autres Dipnoïques et par suite de celui des Amphibiens. Ces faits sont intéressants chez une espèce qui par nombre d'autres caractères anatomiques tels que la différenciation moins profonde de la vessie natatoire est plus éloigné des amphibiens que le Lepidosiren et le Protopterus. Au point de vue de l'Encéphale le Ceratodus pourrait être placé entre les Plagiostomes et les Dipnoïques dipneumones.

II. — Nerfs craniens.

Les nerfs crâniens offrent chez le Ceratodus un développement remarquable ; j'ai déjà insisté sur le développement considérable des lobes olfactifs, je n'ai qu'à rappeler que leur extrémité antérieure atteint presque les vesicules olfactives et fournit immédiatement plusieurs ramifications nerveuses.

Les *nerfs optiques* (fig. 1, II), dont l'origine apparente se trouve en avant du large infundibulum creusé dans le prolongement ventral du cerveau intermédiaire, ont un volume assez considérable, mais bien en rapport avec le volume des yeux. Ils son cylindriques dans tout leur trajet. Un examen très attentif me conduit à penser qu'il n'existe pas de chiasma; il est dans tous les cas impossible d'observer un entrecroisement quelconque entre les nerfs de chaque côté qui paraissent absolument séparés dans leur point d'origine apparente. Cette absence d'entrecroisement paraît d'ailleurs se retrouver chez les autres Dipnoïques; sur le Protopterus par exemple, la séparation entre les deux nerfs est très évidente surtout en avant, en arrière il semble plus difficile de l'affirmer.

Les *nerfs optiques* après s'être dirigés un peu en dehors, se recourbent en avant et longent dans cette direction le cerveau antérieur jusque vers son milieu (fig. 4, II); arrivés là, ils font une nouvelle inflexion en dehors et pénètrent dans l'orbite. Dans son trajet dans l'orbite le nerf optique est entouré comme d'une gaîne par les muscles droits très allongés. Il gagne sans changer de forme, c'est-à-dire en restant toujours cylindrique, la face postérieure de l'œil dont le volume est assez petit relativement à celui de l'animal.

Existe-t-il chez le Ceratodus un *nerf moteur oculaire commun* et des nerfs de la quatrième et de la sixième paire ? Humphry chez le Protopterus, ainsi que Owen chez le Lepidosiren, ont admis l'absence de nerfs moteurs oculaires. Wiedersheim cependant a trouvé chez le Protopterus, mais avec grande difficulté, un nerf qui se rendait aux muscles de l'œil, mais il n'a pas pu en établir l'origine exacte et tend à le considérer comme une branche du trijumeau. Chez le Ceratodus j'ai trouvé également un nerf dont l'origine apparente est en arrière du

cerveau intermédiaire et qui me paraît n'avoir aucun rapport avec le trijumeau dont il est assez éloigné. Ce filament nerveux très mince s'enfonce de dedans en dehors dans la capsule cartilagineuse du crâne et y occupe un plan un peu plus profond que celui occupé par le nerf optique. J'ai pu le suivre dans l'orbite jusqu'à la surface du muscle droit supérieur, mais il devient alors d'une telle ténuité qu'il m'a été impossible d'établir s'il fournit aux autres muscles de l'œil, et si par conséquent nous nous trouvons en présence d'un oculo-moteur commun où d'un nerf moteur propre à l'un des muscles de l'œil. Quoiqu'il en soit, cette observation et celle de Wiedersheim sur le Protoptérus démontrent que les Dipnoïques ne sont pas complètement privés de nerfs oculo-moteurs spécialisés.

Les nerfs de la *cinquième paire* (trijumeau) (fig. 4 et 5), prennent chez le Ceratodus un grand développement. Ils consistent à l'origine en un seul tronc nerveux cylindrique qui va s'élargissant un peu à quelque distance de l'encéphale et qui prend naissance un peu en arrière du cerveau moyen sur les bords antérieurs de la moelle allongée. Comme je viens de le dire, la racine du trijumeau paraît simple, elle se dirige perpendiculairement au grand axe de l'encéphale et après un très faible parcours, se dilate, sans toutefois paraître former un ganglion, et se bifurque en deux troncs volumineux. Le premier tronc qui me paraît représenter la branche supra-maxillaire se dirige d'arrière en avant dans un plan supérieur par rapport à l'autre tronc, croise le nerf optique à son entrée dans l'orbite (fig. 4. *a*), en passant au-dessus de lui et un peu plus loin se divise en deux branches dont l'une se dirigeant en dehors fournit aux parties osseuses voisines, tandis que l'autre continuant la direction primitive du nerf peut être suivie jusqu'à la surface des vésicules olfactives. Le deuxième tronc provenant de la division du trijumeau se porte en dehors en s'enfonçant plus profondément dans la masse cartilagineuse du crâne, contourne la face antérieure du masséter et se divise en deux branches d'inégal volume. L'une d'elles, volumineuse, se dirige en bas, envoie des ramifications à la lèvre inférieure et pénètre dans la mandibule. Elle représente évidemment le rameau infra-maxillaire du trijumeau (fig. 5. *im*). L'autre branche plus mince est le rameau ophthalmique. Elle pénètre dans l'orbite, passe sous le faisceau

des muscles droits, traverse l'orbite en envoyant quelques ramifications au plancher de cette cavité et continuant son chemin en avant va fournir au prolongement fronto-nasal du crâne où il est facile de la suivre jusqu'en dedans des vésicules olfactives.

Un peu en arrière de la racine du trijumeau et sur un plan plus rapproché de la face supérieure de la moelle allongée on voit naître un tronc nerveux assez considérable formé de deux racines intimement unies. Ces deux racines d'inégal volume se séparent bientôt mais continuent leur trajet côte à côte. Elles marchent en arrière du trijumeau et tout à fait au voisinage de ce dernier en reçoivent un filet de communication. Arrivées au niveau du masséter la plus grosse de ces racines se bifurque en deux branches dont l'une (fig. 5. *af*) se dirige en avant et accompagne la petite racine, tandis que l'autre fait une courbe prononcée et se dirige en arrière (fig. 5. *pf*) en gagnant la partie supérieure de la capsule crânienne. Le tronc nerveux dont je viens de décrire la bifurcation me paraît représenter le *nerf facial*. En effet, sa branche antérieure fournit au masséter et aux parties voisines du crâne, et envoie également un rameau aux muscles de l'œil. Le petit tronc qu'elle accompagne, après avoir fourni quelques rameaux aux muscles de la face traverse la partie inférieure de l'orbite et vient se perdre dans les parties les plus antérieures de la lèvre supérieure. La répartition de ces filets nerveux, aussi bien que leur origine dans la partie de l'encéphale comprise entre la racine du trijumeau et celles de l'acoustique me paraissent indiquer suffisamment que l'on est en présence du facial, qui serait dès lors chez le Ceratodus complètement indépendant du Trijumeau. Humphry chez le Lepidosiren considère également le nerf facial comme dictinct du trijumeau.

Nous avons dit qu'une branche volumineuse du facial se dirige en arrière (fig. 4 et 5. *pf*). Cette branche en effet s'enfonçant au milieu du cartilage crânien vient se placer immédiatement au-dessous du muscle temporal auquel elle envoie quelques ramifications. Dans ce trajet, elle contourne l'appareil auditif, mais ne lui fournit pas de filets nerveux. Finalement, arrivée à la partie postérieure du crâne, elle se divise en deux branches dont l'une dirigée de dehors en dedans va se distribuer dans la partie

postérieure du muscle temporal, tandis que l'autre continuant son trajet en arrière va se joindre au rameau du vague et contribue à former avec lui le nerf de la ligne latérale.

J'ai parlé de deux racines appartenant au facial; une troisième racine se voit un peu plus sur la face ventrale de l'encéphale et me paraît également appartenir au facial. S'éloignant de l'encéphale directement en dehors (fig. 5. VII) et située dans un plan profond, sous l'appareil auditif, elle reçoit un mince filet du Trijumeau et continuant sa course à travers le cartilage crânien, arrive sous l'opercule et s'y distribue immédiatement en nombreuses ramifications. Cette troisième racine du facial serait donc un rameau operculaire.

Les *nerfs acoustiques* (fig. 1 et 4. VIII) naissent par plusieurs racines qui forment deux troncs principaux, sur les côtés de la moelle allongée. Leur origine apparente se trouve resserrée dans un angle que forment les troncs du Facial et du Vague. Ces troncs acoustiques courts se divisent bientôt en nombreux rameaux à la surface des vésicules auditives et des canaux semi-circulaires.

Le *groupe du Vague* comprend au moins cinq racines dont l'origine apparente se montre en arrière et un peu au-dessous de l'origine des nerfs acoustiques. Toutes ces racines sont parfaitement distinctes et étagées d'avant en arrière de telle sorte que les plus antérieures sont les plus rapprochées de la face ventrale de la moelle allongée, tandis que les postérieures se rapprochent des bords de la fosse rhomboïdale (fig. 1. X). D'abord disposées en éventail grâce à ce mode d'origine, ces racines s'unissent bientôt en un gros tronc commun, sans qu'il me soit possible d'observer la formation d'un ganglion. Il y a sous ce rapport une différence assez sensible comparativement au Vague du Protopterus qui d'après Wiedersheim naît par 7 racines qui viennent se confondre dans un gros ganglion. Quoiqu'il en soit chez le Ceratodus, le tronc antérieur et inférieur du groupe du Vague s'écarte rapidement des autres en s'enfonçant dans le cartilage crânien (fig. 1 et 5. IX) contourne la face postérieure de l'appareil auditif et à ce niveau se renfle en une masse probablement ganglionnaire (fig. 5. *gg*) d'où partent de nombreuses ramifications. J'incline à croire que l'on a affaire ici à un *glosso-pharyngien* qui dès lors ne serait pas chez le Ceratodus aussi spécialisé que l'a décrit Wiedersheim chez le

KREFFT. — *Description of a Gigantic Amphibian allied to the genus Lepidosiren from the Wide-Bay district Queensland,* Proced. zool. Soc. 1870, p. 220.

OWEN. — *Descript. of Lepidosiren annectens.* Linn. Soc., vol. XVIII, 1839.

PETERS. — *Ueber einen dem Lepidosiren Verwandten Fisch von Quelliman.* Arch. de Müller, 1845.

WIEDERSHEIM. — *Das Skelet und Nervensystem von Lepidosiren annectens (Protopterus ang.).* In Morpholog. studien von R. Wiedersheim. Iena 1880.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVI.

Les mêmes lettres ont la même signification dans chacune des figures.

ca. Cerveau antérieur; — *ci.* Cerveau intermédiaire; — *cm.* Cerveau moyen; — *cp.* Cerveau postérieur; — *sr.* Sinus rhomboïdal; — *hyp.* Hypophyse; — *rh.* Rhinencéphale; — *cr.* Cuisses du rhinencéphale.

I. Nerf olfactif; — II. Nerf optique; — V. Nerf trijumeau; — VII. Nerf facial; — VIII. Nerf acoustique; — IX. Nerf glosso-pharyngien; — X. Nerf vague; — XI. Nerf grand hypoglosse; — XII. Première paire spinale.

a. Branche supra-maxillaire du trijumeau; — *b.* Deuxième branche du trijumeau fournissant *im*, l'infra-maxillaire et *oph*, la branche opthalmique; — *af.* Branche antérieure du facial; — *pf.* Branche postérieure du facial; — *of.* Branche operculaire du facial; — *gg.* Renflement ganglionnaire du glosso-pharyngien; — (*br*). Rameau branchial du vague.

FIG. I. — Encéphale du *ceratodus* vu par sa face inférieure.

FIG. II. — Le même vu de côté.

FIG. III. — Branche du glosso-pharyngien sur le premier arc branchial; — *x.* Ganglion branchial.

FIG. IV. — Encéphale vu par sa face supérieure, l'oreille et l'œil en place.

FIG. V. — Distribution des nerfs crâniens; l'oreille enlevée et l'œil rejeté en arrière, pour montrer la distribution des branches nerveuses profondes.

CHONDROME OSSIFIÉ DE LA MAIN

Par MM. NICAISE et CHAMBARD

(Planche XVII.)

Parmi les modifications ultérieures que peuvent subir les chondromes, il en est une assez rare que nous avons eu l'occasion d'observer, d'ostéité bulleuse scrofuleuse, l'ossification du chondrome.

Dans le fait auquel nous faisons allusion, les tumeurs avaient absolument l'apparence de tumeurs osseuses de spina ventasa, et ce n'est que l'étude histologique faite par M. Chambard qui a permis de rectifier le diagnostic fait d'après l'examen microscopique de la pièce. Celle-ci avait été recueillie par M. Nicaise à l'amphithéâtre d'anatomie des hôpitaux.

Sur la main droite du cadavre d'une femme de 18 à 20 ans, on trouva des tumeurs occupant le métacarpien et les trois phalanges de l'index. Chacun de ces os présentait un boursouflement de la diaphyse qui occupait surtout la face antérieure et interne de celle-ci et offrait un volume assez considérable sur le métacarpien et la première phalange, la tuméfaction de la phalangine était moindre, celle de la phalangette était encore moins accusée.

La peau qui recouvrait les tumeurs était épaisse et peu mobile ; au niveau de la première phalange elle était adhérente à la tumeur et présentait une ulcération qui conduisait dans une cavité creusée au centre de celle-ci et de laquelle on extrayait une sorte de matière puriforme, *caséeuse*.

La figure 1 représente les tumeurs de l'index vues par la face dorsale. Les parties molles ont été enlevées, ainsi que le périoste qui était très épaissi et formait une membrane continue recouvrant à la fois la tumeur et la diaphyse, sauf en un point (fig. 3) où la tumeur présentait une perte de substance rem-

plie en partie par la peau et une fausse membrane fibreuse.

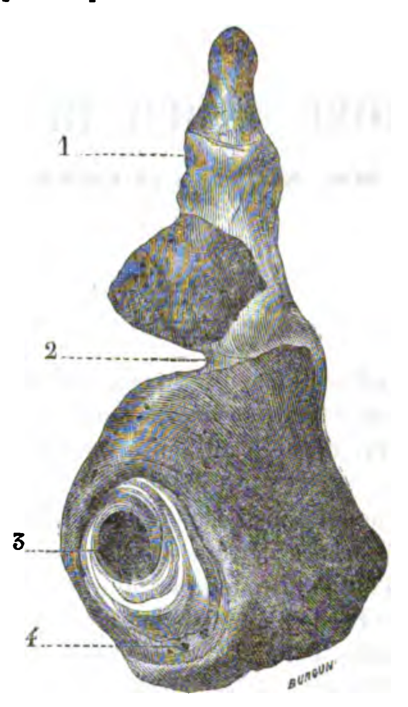


Fig. 1. — Montre la tuméfaction des diaphyses de l'index. — 1. Articulation des deux dernières phalanges. — 2. Articulation de la première et de la seconde phalange. — 3. Orifice donnant accès dans la cavité intra osseuse. — 4. Petites perforations périphériques de la fausse membrane fibreuse qui obstrue en partie la perte de substance osseuse.

La figure 2 montre les mêmes tumeurs de l'index vues par leur face antérieure, on constate que celles-ci sont développées surtout aux dépens des faces antérieures et latéralesdes phalanges.

La première phalange est très reconnaissable à ses surfaces articulaires et à ses faces latérales et postérieure ; sur toute la longeur de la face antérieure s'élève une tumeur arrondie, qui en avant est séparée de la diaphyse par un sillon profond et large ou passaient les tendons fléchisseurs ; en arrière, au contraire, la tumeur se continue d'une manière insensible avec la face dorsale de la phalange.

Une section du métacarpien faite suivant le sens de la longueur montre qu'il est constitué par du tissu spongieux recouvert d'une lame compacte. Le tissu spongieux est très raréfié en

certains points et présente de petites lacunes irrégulières traversées en tous sens par des trabécules osseuses. Ces lacunes

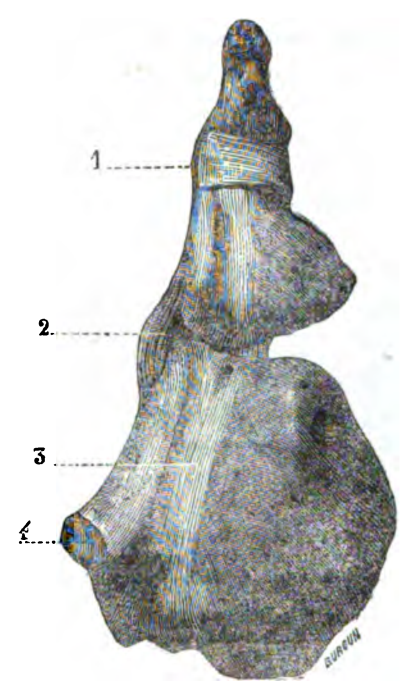


FIG. 2. — Face antérieure de l'index. — 1. Articulation des deux dernières phalanges. — 2. Articulation de la première et de la seconde phalange. — 3. Sillon des fléchisseurs séparant la tumeur de la diaphyse. — 4. Surface articulaire.

et les mailles du tissu spongieux sont remplies d'une matière jaunâtre, caséeuse, qui semble infiltrer tout le tissu spongieux.

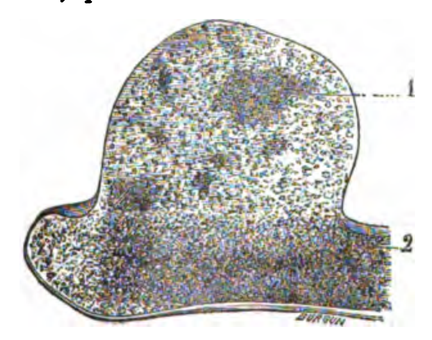


FIG. 3. — Section longitudinale du métacarpien. Le tissu spongieux de la tumeur se continue sans ligne de démarcation avec celui de la diaphyse; il en est de même pour le tissu compacte. — 1 et 2. Points où le tissu spongieux est plus raréfié et infiltré de matière jaunâtre concrète.

La première phalange offre la même structure dans la por-

tion qui correspond au corps de l'os, mais la partie boursoufflée présente une cavité arrondie (fig. 4) offrant des traces de subdivisions qui semblent résulter de la communication de cavités plus petites primitivement distinctes. Les parois de cette cavité sont formées du coté du corps de la phalange par le tissu spon-

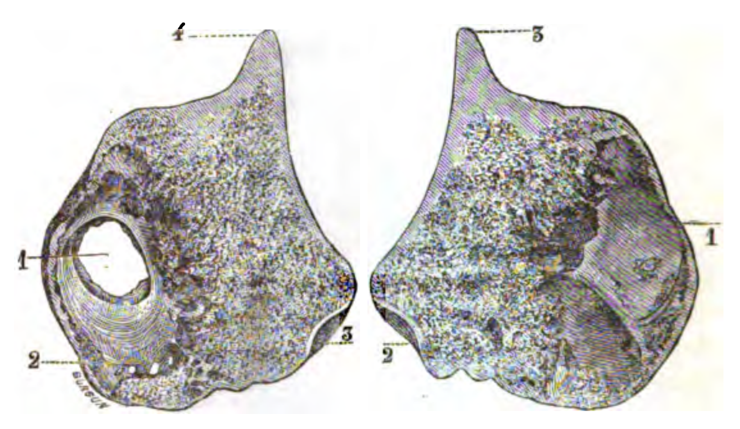


Fig. 4. — Coupe longitudinale de la première phalange; la moitié située à gauche de la figure montre la continuité du tissu spongieux de la tumeur avec celui de la diaphyse et l'existense d'une cavité dont la paroi osseuse fait défaut en un point et est remplacée en partie par un prolongement du périoste.

1. Orifice faisant communiquer la cavité avec l'extérieur. — 2. Perforation que présente le prolongement périostique. — 3. Surface articulaire postérieure. — 4. Partie antérieure de la phalange.

gieux de celle-ci avec les mailles duquel elle communique et du côté de la surface libre de la tumeur par une coque de tissu compacte, d'une épaisseur uniforme d'environ 2 milimètres. Il existe en outre un orifice arrondi d'environ 1 centimètre de diamètre, formé en partie par le périoste et qui fait communiquer la cavité avec l'extérieur.

M. Chambard a étudié ces pièces et en a tiré des déductions intéressantes au point de vue de l'ossification du chondrome.

La seconde phalange est entièrement formée de tissus osseux spongieux à tubercules assez serrés.

La troisième phalange qui est celle où le boursoufflement est, toutes proportions gardées le moins considérable, est soumise à des sections transversales dont la surface diffère d'aspect selon qu'elles sont prises à la partie médiane ou près des extrémités.

Dans le premier cas, il existe au centre de l'os, une sorte de noyau de consistance semi osseuse, semi cartilagineuse libre

au centre de l'os et entouré d'une coque dure et osseuse; dans le second le noyau et sa coque se sont confondus et la surface de la section est dure, lisse et semée de points blanchâtres : elle semble formée au centre par un tissu osseux spongieux à mailles très étroites et à la périphérie, par un tissu osseux compacte.

L'état de dissication complète de ces pièces ne permet pas d'examiner la moelle osseuse ni la substance qui devait remplir le kyste dont la partie boursoufflée de la première phalange est creusée.

Les préparations qui vont être décrites ont été faites sur la troisième phalange où les lésions moins avancées permettront sons doute d'étudier à toutes ses périodes le processus pathologique qui a amené la déformation de cet os et la raréfaction de leur tissu central.

Les examens microscopiques ont donc porté sur les points suivants qui seront successivement décrits :

1° Noyau de la troisième phalange ;

2° Coque osseuse entourant ce noyau ;

3° Coupe de la troisième phalange au-dessus et au-dessous du noyau;

4° Paroi compacte du kyste osseux de la première phalange.

Les coupes ont été faites sur des fragments décalcifiés dans l'acide picrique concentré et amenées à une consistance convenable par l'immersion successive dans la gomme et l'alcool, colorées par le picro-carminate d'ammoniaque, l'eosine et le bleu de quinoléine et conservées soit dans le baume de Canada, soit dans la glycérine.

A. — *Noyau de la troisième phalange.*

Vue générale. Faible grossissement (fig. 3).

1 faible grossissement. Ocul. à un Obj. 2 Hartn; et même à l'œil nu, la coupe, colorée par le picro-carminate d'ammoniaque, se montre comme une surface allongée, un peu étranglée à sa partie moyenne, teinte en rose et parsemée de taches ovales colorées en jaune.

La partie rose répond à du cartilage hyalin dont la substance fondamentale a fixé le carmin et les parties jaunes à des régions calcifiées ou ossifiées qui ont fixé l'acide picrique.

Ces dernières, examinées à un faible grossissement montrent dans leur zone périphérique de petits îlots irréguliers à bords festonnés, colorés en jaune et

perforés d'un ou de plusieurs petits orifices; ils représentent, ainsi que nous le verrons, des centres d'ossification. Dans leur région centrale, elles offrent tout à fait l'aspect du tissu osseux spongieux.

Cet examen préliminaire nous permet donc de diviser l'étude de ce noyau en quatre parties, qui représentent chacune un des stades de l'ossification du chondrome :

1° Substance cartilagineuse hyaline (fig. 3, A);
2° Substance cartilagineuse calcifiée (fig , 3, B);
3° Ilots de formation osseuse (fig. 3, D);
4° Tissu osseux central (fig. 3, C).

Analyse des préparations :

1° Substance cartilagineuse hyaline. — N'offre rien de particulier ;

2° Substance cartilagineuse calcifiée. — Séparée de la précédente par une ligne irrégulière, festonnée, la substance calcifiée envoie dans le cartilage hyalin des prolongements en pointe (fig. 2, E);

Près de cette ligne de séparation entre le cartilage calcifié et le cartilage hyalin, on voit des cellules cartilagineuses le plus souvent en voie de prolifération entourées d'une zone calcaire qui commence par la calcification de leur capsule (fig. 2, C);

3° Ilots d'ossification (fig. 1, CE) (fig. 3, DE).

Ces îlots sont isolés ou réunis en groupes.

Le diamètre moyen des premiers varie de 75 à 125 m. Ils sont arrondis et limités par un double contour festonné assez net. Cette apparence s'explique facilement, si on regarde les îlots osseux comme représentant la section de colonnes osseuses dont la surface inégale s'enfonce irrégulièrement dans la substance cartilagineuse. La périphérie des îlots devra donc tantôt être vue à travers le cartilage calcifié, tantôt laisser voir celui-ci à travers une couche plus ou moins épaisse de substance osseuse (fig. 1, G).

Au centre de chacun des îlots se trouve un orifice arrondi à bords nets, qui représente la section d'un canal de Havers. Le diamètre de l'orifice représenté figure 1, D, est de 15 m.

Entre le canal et la périphérie de l'îlot, la substance fondamentale calcifiée subit un commencement de division en lamelles concentriques à l'orifice central (fig. 1, E). Mais nulle part cette apparence n'est aussi nette que dans les systèmes de Havers d'un os entièrement développé. Un grand nombre des orifices centraux sont cependant entourés à distance par une fissure circulaire formant la limite extérieure d'une lame épaisse dont l'orifice occupe le centre (fig. 1, H).

Les îlots, enfin, contiennent un certain nombre d'oséoplastes assez irrégulièrement disposés et beaucoup plus semblables à ceux du tissu ostéoïde qu'à ceux du tissu osseux complet. La dessiccation de la pièce ne nous a pas permis d'étudier les cellules osseuses (fig. 1, F).

4° Tissu osseux central. — Formé par la réunion des îlots osseux que nous venons de décrire; il a la structure du tissu spongieux (fig. 3, C).

Il peut arriver que des régions plus ou moins étendues de la substance cartilagineuse calcifiée se trouvent emprisonnées entre les îlots osseux. Mais

alors elle ne tarde pas à être envahie par le travail d'ossification (fig. 3, H).

Au fur et à mesure que les îlots osseux s'accroissent et se réunissent, les canaux de Hevers s'élargissent (fig. 3, F).

Dans la masse centrale, leurs dimensions sont considérables, leur section devient irrégulière et ils se transforment peu à peu en aréoles du tissu spongieux (fig. 3, G).

B. — *Coque de la troisième phalange.*

Elle est constituée par le périoste, dont les couches profondes sont calcifiées et qui recouvre une lame de tissu osseux spongieux normal.

C. — *Coupe de la troisième phalange au-dessus et au-dessous du noyau central.*

Vue d'ensemble. — La coupe montre de dehors en dedans :

1° Le périoste (fig. 4, A);

2° Une zone osseuse assez compacte et se continuant avec la région suivante (fig. 4, B) ;

3° Une région centrale formée par des îlots irrégulièrement figurés et inégalement étendus, de tissu osseux et de tissu fibreux (fig. 4, C, D).

Analyse. — Le périoste n'offre rien de particulier; il envoie vers la région centrale des travées fibreuses qui se confondent avec les îlots de tissu fibroïde calcifié ou non, dont il sera question plus loin.

Les couches profondes du périoste sont calcifiées ; sous le périoste il existe une couche osseuse d'épaisseur variable parcourue par des canaux de Havers à direction longitudinale. En certains points, cette couche osseuse est séparée du périoste par des plaques ostéoïdes à bords nettement distincts du périoste et de l'os entre lesquels elles sont comme enclavées.

Plus profondément, dans la région centrale, le tissu osseux se rapproche de la structure du tissu spongieux, et se confond avec des régions irrégulières d'apparence fibreuse (fig. 4, C) qui se continuent d'autre part avec le périoste (fig. 4, E).

Ce tissu fibreux est, sur la plupart des points, envahi par la calcification ; ailleurs il renferme des traînées de gouttelettes adipeuses.

D. — *Coupe de la coque osseuse de la première phalange.*

Cette coque est formée par une lame de tissu osseux complètement développé et compact pourvu de canaux de Havers et de systèmes de lamelles extrêmement nettes. La surface externe de cette lame est hérissée de saillies semblables à des papilles coniques et est revêtue du périoste qui s'unit à l'os par des vaisseaux volumineux et de nombreuses fibres de Sharpey.

DÉFINITION HISTOLOGIQUE.

L'examen des coupes transversales pratiquées sur la troisième phalange qui est la moins volumineuse et la moins déformée nous permettra de définir la nature du processus dont elle est le siège et d'expliquer la transformation considérable que la première phalange a subie ainsi que la raréfaction de son tissu central.

Au centre de la troisième phalange nous trouvons un noyau cartilagineux en voie d'ossification et sur ce noyau, en procédant de la périphérie au centre tous les degrés intermédiaires entre le cartilage hyalin et l'os presque entièrement développé. Si nous examinons en effet une portion de ce noyau cartilagineux nous voyons les zones les plus externes constituées par une substance fondamentale anhiste de nature cartilagineuse semée de rares cellules renfermées dans des capsules. Plus profondément la substance fondamentale s'infiltre de matière calcaire et ce travail de calcification semble débuter autour des cellules cartilagineuses et par leur capsule. Bientôt apparaissent de véritables noyaux osseux composés d'un seul canal de Havers entourée d'une zone calcifiée nettement délimitée par un double contour; cette zone renferme quelques ostéoplaste rares et irrégulièrement disséminés et présente un commencement de segmentation en lamelles concentriques au canal de Havers. Enfin ces îlots osseux se réunissent, les canaux de Havers s'agrandissent et un véritable os spongieux avec ses trabécules et ses cavités médullaires se trouve formé au centre du noyau cartilagineux.

Cet os cependant n'est pas encore parvenu à un parfait état de développement. Les systèmes de lamelles, en effet, y sont rudimentaires et les ostéoplastes nouvellement formés n'envoient pas encore de canalicules osseux dans toutes les directions. Cependant la présence de canaux de Havers dans les îlots isolés, de cavités médullaires dans les îlots confluents suffit à distinguer ce tissu du tissu ostéovide proprement dit et à le rattacher physiologiquement et anatomiquement au tissu osseux.

Le développement de ce noyau cartilagineux au centre de la phalange, ne tarde pas à repousser excentriquement la lamelle

osseuse compacte superficielle et le périoste qui la recouvre. Ainsi s'expliquent la déformation et la dilatation de la phalange. D'autre part sous l'influence de pressions de dedans en dehors et de la propagation du processus irritatif dont le centre de l'os est le siège, le périoste à son tour, dépose à la surface de l'os de nouvelles couches osseuses qui se développent aux dépens du tissu fibreux de ses couches les plus profondes. Aussi voyons-nous celles-ci être envahies par l'infiltration calcaire et le périoste être le siège d'un travail actif d'ossification.

A un degré plus avancé le travail d'ossification que nous avons vu débuter au centre du noyau cartilagineux l'a envahi tout entier: ce noyau est alors complètement ossifié; les couches périphériques de l'os sans cesse accrues par l'ossification périostique se réunissent et la coupe transversale de la phalange à ce niveau ne présente plus que du tissu osseux, compacte à la périphérie et spongieux au centre. Sur ces coupes, on voit en certaines parties des régions fibreuses et fibro-calcaires qui peuvent tenir à la transformation de la moelle osseuse.

Tel est le processus pathologique dont les différentes phases peuvent être suivies sur la troisième phalange. Sur les autres et surtout chez la première, il est encore beaucoup plus avancé. Là en effet, tandis que dans l'apposition incessante de nouvelles couches osseuses sous-périostiques, l'os allait toujours en augmentant de volume, son tissu central était le siège d'un travail d'ostéite raréfiante, les lamelles osseuses étaient resorbées et il se formait au centre de l'os une cavité telle que la première phalange nous en présente un exemple et qui sur la pièce fraîche était probablement remplie de moelle osseuse.

Il résulte de l'examen des préparations que la lésion primitive dont ces os sont le siège est un *chondrome central ossifiant* déterminant, par une irritation de voisinage, une ostéïte productive sous-périostique. Lorsque les noyaux chondromateux sont complètement ossifiés, l'os est la siège d'un double travail inflammatoire : productif au dépens du périoste, raréfiant aux dépens de ses parties centrales et *de ce double travail résulte l'accroissement incessant de l'os dans ses couches périphériques, et la raréfaction de ses régions centrales.* Ainsi s'ex-

tout d'abord la description de la muqueuse de la jument aux divers états pendant lesquels il m'a été possible de l'observer.

Examen microscopique de la muqueuse utérine de la jument. — La muqueuse utérine de la jument à l'état de vacuité présente, tant dans le corps que dans les cornes, une coloration blanc-rosé uniforme. Dans le corps, on voit à sa surface, des replis sinueux à direction générale parallèle à l'axe du corps de l'utérus. Ces plis, qui ont à peu près 1 centimètre de largeur sur 8 à 9 millimètres de hauteur en moyenne, sont à peu près parallèles les uns aux autres. Dans les cornes, ils sont de même volume, mais ils ne sont plus longitudinaux et prennent une direction plus ou moins oblique par rapport à l'axe longitudinal des cornes de l'utérus. Si l'on fait des tractions sur la muqueuse, on voit que ces plis diminuent légèrement de hauteur mais ne s'effacent jamais complètement. Sur les plis et dans les intervalles qui les séparent, la muqueuse présente le même aspect de coloration et de consistance; à l'œil nu sa surface paraît légèrement grenue.

Si maintenant l'on étudie l'extrémité des cornes utérines, on observe tout d'abord une petite éminence conique, dure, résistante, du volume d'un gros pois. Si on saisit l'extrémité d'une corne utérine, on la sent rouler sous les doigts, et il est ainsi facile, même à travers les parois de l'utérus non ouvert, d'en déterminer la situation. Cette petite saillie est le point d'abouchement de la trompe; elle présente à son sommet un petit orifice visible à l'œil nu, quoique très fin, et pouvant à peine admettre une grosse soie de sanglier. Pour faciliter la description, je donnerai à cette saillie le nom d'*éminence tubaire*. A son niveau, la muqueuse devient plus pâle, coloration qui s'étend en dehors de l'éminence suivant un rayon de 2 à 3 centimètres. Je ferai remarquer, en outre, qu'au niveau de cette zone les plis que l'on remarque dans le reste de l'utérus (cornes et corps) s'arrêtent, et que la muqueuse est presque complètement lisse.

Je ne donne ici ces considérations microscopiques, fort incomplètes d'ailleurs, que pour rendre plus facile la description microscopique de la muqueuse utérine de la jument. Si le lecteur voulait avoir des notions plus étendues à ce sujet, je le

renverrais à la plupart de nos ouvrages classiques sur l'anatomie comparée des animaux domestiques.

Comme je l'ai dit plus haut, mon but étant surtout d'étudier les glandes, de voir leur situation, leur forme, leur mode d'abouchement à la surface de la muqueuse, il en fallait pratiquer des coupes, les unes perpendiculaires, les autres parallèles à la surface de cette muqueuse.

Mais avant d'aborder les détails de l'examen microscopique, je crois qu'il est bon d'exposer ici les procédés qui m'ont permis d'obtenir des pièces sur lesquelles le revêtement épithélial fût parfaitement conservé. En effet, même sur les pièces les plus fraîches, si l'on ne prend pas certaines précautions, l'épithélium superficiel de la muqueuse utérine tombe très facilement. J'ai mis en pratique ce procédé si connu aujourd'hui pour durcir les organes creux tout en conservant leur épithélium, et qui consiste à injecter dans leur cavité un liquide fixateur tel que l'alcool absolu. J'ai parfaitement réussi sur des pièces fraîches avec de l'alcool à 36°, et voici comment j'ai procédé. Pour étudier l'extrémité des cornes de l'utérus, je plaçais une ligature faite avec une forte ficelle à 7 ou 8 centimètres de cette extrémité, et je retranchais le reste de l'utérus. Alors, relâchant un peu ma ligature, j'introduisais une canule dans la cavité de mon cul-de-sac utérin, et j'y poussais de l'alcool avec une seringue, de manière à le gonfler fortement. De cette façon tous les plis accidentels disparaissaient, et ma muqueuse tendue pouvait ainsi subir le durcissement dans une situation convenable. La ligature resserrée, le tout était porté dans un bocal rempli d'alcool, où je laissais la pièce deux ou trois jours, suivant son volume.

Alors, je remplaçais l'alcool du bocal par une solution concentrée d'acide picrique, ma portion d'utérus étant toujours gonflée d'alcool. Et, à ce propos, je ferai remarquer que je crois avantageux de laisser l'alcool qui remplit et gonfle l'utérus. Il s'établit ainsi des courants d'osmoze à travers les tissus; et les réactifs durcissants, alcool et acide picrique pénètrent également dans toute l'épaisseur de la paroi utérine. Au bout de cinq ou six jours, on peut exciser des fragments que l'on place dans la gomme, alcool, etc., pour terminer et rendre plus complet le durcissement.

Si, au lieu de l'extrémité d'une corne, on veut étudier toute autre région, il suffit de comprendre, entre deux ligatures, la portion d'utérus qu'on veut faire durcir.

Je n'ai pas besoin de dire que lorsqu'il s'agit de petits utérus, on les gonfle tout entiers au moyen de l'alcool; puis on suit le procédé que je viens d'indiquer pour l'utérus de la jument.

Description microscopique de la muqueuse utérine de la jument. (Voir fig. 1.) — 1° Sur des coupes verticales pratiquées sur des portions de muqueuse prises soit dans les cornes, soit dans le corps de l'utérus.

Cette muqueuse présente une épaisseur moyenne de 35 centièmes de millimètre. Sa surface libre est revêtue d'un épithélium cylindrique ne présentant qu'une seule couche de cellules. Ces cellules ont une longueur de 20 à 22 μ et sont munies d'un beau noyau ovalaire de 6 à 7 μ de diamètre, que le carmin colore fortement en rouge. Ce noyau occupe le tiers le plus profond de la cellule cylindrique. Le corps de la cellule qui surmonte ainsi le noyau ne se colore pas, il reste transparent et légèrement granuleux.

Au-dessous de la couche épithéliale, nous trouvons un chorion muqueux dans lequel se trouvent plongées les glandes utérines. Il est constitué par un tissu lamineux contenant un grand nombre de noyaux et de corps fusiformes; nous n'y avons observé aucun autre élément de forme particulière (1).

Sur nos coupes verticales, les glandes se présentent tantôt sous formes de tubes coupés parallèlement à leur axe longitudinal, tantôt perpendiculairement à ce dernier. Dans le second cas, nous avons des figures arrondies; dans le premier, au contraire, des figures allongées plus ou moins sinueuses. (Voir fig. 1.)

Il s'agit donc là de glandes en tubes. Mais il faut remarquer, d'une part, que sur les coupes verticales, les sections perpendiculaires à l'axe des tubes sont très nombreuses, ce qui prouve déjà que ces tubes sont parallèles ou du moins très obliques par rapport à la surface de la muqueuse. Mais ce n'est pas tout; les tubes ou portions de tubes coupés suivant leur axe longitudinal, présentent une direction analogue. Ces glandes ne sont donc

(1) M. Robin a depuis longtemps constaté que chez beaucoup d'animaux les cellules interstitielles ou de la muqueuse utérine n'existaient pas.

point perpendiculaires à la surface de la muqueuse; elles ne pénètrent point la couche musculeuse de l'utérus.

En raison de cette disposition très oblique des glandes, il fallait se demander si elles n'avaient point une direction qui fût en rapport avec les axes principaux, soit du corps, soit des cornes de l'utérus. Pour vérifier ce fait, il m'a suffi de prendre un fragment de l'utérus, d'y pratiquer une première série de coupes, puis sur la même pièce d'en faire une deuxième série perpendiculaires aux premières. Eh! bien, sur les coupes de la première et sur celles de la seconde série, tubes coupés longitudinalement, ou tubes coupés perpendiculairement à leur grand axe se trouvaient en proportion à peu près égale. On pouvait donc conclure que ces tubes sinueux ou contournés avaient une direction indéterminée par rapport à la direction des cornes ou du corps de l'utérus.

Le diamètre de ces tubes varie de 50 à 60 ou 65 μ. Leur face interne est revêtue d'un épithélium cylindrique, et nous pouvons dire dès maintenant que l'épithélium est toujours le même, qu'il s'agisse de tubes glandulaires superficiels, c'est-à-dire situés au voisinage de la couche épithéliale, ou qu'il s'agisse de tubes plus profondément situés. Dans les points où une glande vient s'ouvrir à la surface de la muqueuse, on voit l'épithélium cylindrique superficiel se continuer avec celui de la glande sans ligne de démarcation; en un mot, il pénètre dans l'orifice des glandes pour aller en tapisser les parois, et cela, en conservant jusque dans les tubes les plus profondément situés tous ses caractères quant à son corps, à ses formes, à ses dimensions.

Nous n'avons donc point à en donner ici une nouvelle description. Nous dirons seulement que le noyau est là aussi profondément situé, au voisinage de la paroi glandulaire; que la portion claire des cellules est dirigée vers la lumière des tubes qu'elles limitent. Cette lumière des tubes est tantôt vide, tantôt obstruée par une matière amorphe ou légèrement granuleuse teinte en jaune par le picro-carminate.

Il fallait se demander en outre si ces glandes avaient une paroi; sur les glandes dont l'épithélium était en place nous n'avons pu, entre le tissu lamineux ambiant et l'épithélium, apercevoir aucune couche interposée. Nos coupes n'étaient peut-

être pas suffisamment minces pour cela. Mais, dans quelques points, sur des coupes transversales de tubes où par place, l'épithélium était tombé, nous avons pu observer une couche amorphe excessivement mince qui forme peut-être la paroi du tube glandulaire. Dans tous les cas, nous ferons remarquer que, si les éléments du tissu lamineux de la muqueuse, dans le voisinage des glandes, se rangent parallèlement à leur direction, ils ne se condensent pas autour des tubes glandulaires pour venir en quelque sorte en renforcer les parois, comme on l'observe autour des autres glandes de l'économie, en particulier dans le voisinage des culs-de-sac des glandes en grappes.

Enfin, autour de ces glandes, on remarque des vaisseaux assez nombreux, les uns parallèles, les autres perpendiculaires à leur direction, mais ne présentant rien de particulier quant à leur mode de distribution.

J'ai déjà parlé plus haut de la terminaison des glandes au niveau de la muqueuse. Sans doute, il est possible d'en observer sur les coupes verticales ; et même sur la coupe qui m'a servi à dessiner la figure 1, j'ai pu représenter un point où plusieurs tubes viennent déboucher à la fois. Cependant, je dois dire que sur les coupes verticales, il est assez difficile d'observer ces points d'abouchement. Cela est-il dû à la grande obliquité des tubes glandulaires qui rendrait cette observation difficile? C'est possible. Ou bien ces orifices sont-ils peu nombreux relativement au nombre des tubes glandulaires? Je crois qu'il vaut mieux se rattacher à la première hypothèse. Dans tous les cas, il fallait pratiquer des coupes parallèles aux surfaces. Cette manœuvre est assez difficile à pratiquer sur des pièces durcies en raison du peu d'épaisseur des parois de l'utérus. D'autre part, il n'y a que la première qui soit bonne, chose difficile à obtenir à cause des plis et des sillons qui parcourent la surface de la muqueuse. Je n'ai pu faire ainsi de préparations bien probantes. Mais, sur des pièces fraîches, avec des pinces très fines, des ciseaux courbes et un petit scalpel, il m'a été possible d'exciser des lambeaux de muqueuse très minces. Je les étalais avec soin sur une lame de verre, puis, après coloration au picro-carminate, et déshydratation, je les montais dans la résine de Damar. J'avais ainsi des pièces suffisamment transparentes sur lesquelles l'épithélium superficiel

était conservé et se présentait vu de face comme une mosaïque assez régulière. En certains points, les cellules et par conséquent les noyaux, se groupaient, formant ainsi des masses arrondies, tranchant à cause du nombre des noyaux, par leur coloration plus rouge sur le reste de la muqueuse. De ces points on voyait, par transparence à travers la couche épithéliale, partir un ou plusieurs tubes cheminant parallèlement à la surface de la muqueuse et allant à une distance plus ou moins grande se terminer en cul-de-sac renflé en massue.

Ces points plus rouges, ne sont autres que les orifices des tubes glandulaires. Tantôt, c'est un seul tube qui s'ouvre isolément, tantôt plusieurs tubes disposés comme des rayons autour d'un centre, viennent déboucher dans un même orifice, ainsi qu'on peut le voir sur la coupe verticale dessinée dans la figure 1. Ces orifices ne sont pas très nombreux. Mais je dois faire remarquer aussi qu'il ne faut pas juger du nombre des glandes par les coupes verticales de la muqueuse. En effet, chez la jument, ces glandes utérines sont des tubes très longs, très flexueux surtout, de sorte qu'un seul tube peut, sur une même coupe, nous donner plusieurs figures soit longitudinales, soit transversales et arrondies, séparées les unes des autres par le tissu lamineux du chorion de la muqueuse.

Il nous faut maintenant étudier au point de vue microscopique la muqueuse qui recouvre l'éminence tubaire.

Description de la muqueuse utérine de la jument au niveau de l'éminence tubaire. — Nous avons vu, en faisant la description microscopique de la face interne de l'utérus de la jument, qu'au niveau de l'abouchement de la trompe se trouve une petite saillie, dure, résistante au toucher, du volume d'un gros pois et d'une forme conique. Nous avons pratiqué des coupes sur cette éminence afin de pouvoir étudier la continuité de l'épithélium de la trompe avec celui de la muqueuse de l'utérus. Si la trompe était rectiligne à ce niveau, il ne serait pas difficile d'obtenir des coupes montrant à la fois la cavité tubaire et son abouchement dans l'utérus. Mais la trompe présente dans son trajet à travers l'éminence tubaire une direction spiroïde comme dans le reste de sa longueur. Nous n'avons donc pu voir la trompe, sur nos coupes, que suivant une faible étendue. En un mot, vu le trajet spiroïde de cet organe, il nous était

impossible d'orienter nos coupes pour pouvoir obtenir à la fois, et le point d'abouchement et le trajet dans l'éminence tubaire. Quoiqu'il en soit, nous avons pu constater que l'épithélium tubaire était cylindrique, que celui de l'utérus présentait les mêmes dimensions et se continuait directement avec lui sans présenter le moindre changement dans ses caractères ou dans sa forme.

Au niveau du sommet de l'éminence tubaire, et sur cette éminence elle-même, la couche épithéliale présente une épaisseur de 20 μ. Tout d'abord, au-dessous d'elle, sur une zone de 1 millimètre et demi, ayant pour centre le point d'abouchement de la trompe, on ne trouve pas de glandes, mais on remarque, au voisinage de l'orifice tubaire, des plis d'abord peu profonds. Puis à mesure qu'on s'éloigne de ce point, les plis s'accentuent mais sont toujours revêtus par un épithélium analogue à l'épithélium superficiel. A mesure qu'on se rapproche de la base de l'éminence, ces plis s'allongeant toujours, deviennent de véritables tubes de plus en plus obliques par rapport à la normale de la muqueuse. Puis enfin, à la base de l'éminence, ces tubes s'allongent, se contournent, présentent des circonvolutions, et là la couche glandulaire est la même que dans les autres portions des cornes et dans le corps de l'utérus.

Description de la muqueuse utérine chez le cheval (fœtus). — J'ai pu me procurer au Muséum deux fœtus de cheval femelle. L'un avait 35 centimètres de longueur, l'autre 66.

Chez le premier, après avoir durci l'utérus entier par les procédés indiqués plus haut, j'ai pratiqué sur l'organe conservé dans son entier des coupes perpendiculaires à la direction du corps et des cornes.

Sur ces coupes colorées au picrocormate on peut voir que le chorion de la muqueuse est entièrement composé d'éléments fusiformes, au milieu desquels se montrent les coupes de quelques vaisseaux sanguins. Du côté de la cavité utérine, cette muqueuse est recouverte d'un épithélium à cellules cylindriques, présentant une hauteur de 22 μ et rangées sur une seule couche. Soit au voisinage de cette couche épithéliale, soit plus profondément dans le chorion de la muqueuse, absence totale de glandes. Quant à la couche épithéliale, elle ne présente en aucun point ni épaississement, ni pli bien

marqué qui dénote que des glandes ou des involutions épithéliales vont se produire. Cependant, de loin en loin, on voit la couche épithéliale s'infléchir légèrement, comme si à ce niveau s'était formé un léger sillon.

Ces inflexions sont cependant si peu profondes, que je ne les aurais peut-être pas remarquées si sur l'utérus du fœtus de 66 centimètres je ne les avais déjà observées, mais à un degré de développement bien plus avancé.

Chez ce fœtus de 66 centimètres, la couche épithéliale présente aussi une épaisseur de 20 à 22 μ. Le chorion est analogue, et comme texture et comme structure, à celui du fœtus de 35 centimètres, mais la couche épithéliale a subi des modifications importantes. De loin en loin on voit cette couche se recourber, et limiter ainsi une dépression à concavité tournée vers la cavité utérine. Les cellules épithéliales cylindriques, au lieu de rester perpendiculaires à la surface du chorion, se rangent suivant le rayon de la petite dépression et prennent ainsi une direction convergente vers son centre. (Voir fig. 4.)

Quelques-unes de ces dépressions ne sont limitées que par une demi-circonférence, puis la dépression s'accentue, elle est limitée par les 3/4 d'un cercle; enfin la concavité se forme, et nous avons ainsi une figure nous rappelant absolument la coupe transversale d'un tube glandulaire. Enfin, plus loin, nous voyons cette coupe de tube glandulaire absolument indépendante de la couche épithéliale.

Sur des coupes un peu épaisses, il m'a été possible d'observer le fait suivant : L'objectif étant mis au point pour les parties les plus superficielles de la préparation, j'observais une de ces involutions épithéliales encore adhérente à l'épithélium superficiel. Puis, rapprochant l'objectif de la préparation et observant ainsi un plan plus profond de la coupe, cette involution semblait s'être détachée de la couche épithéliale de la muqueuse, et en était complètement séparée.

Si, maintenant, nous nous rappelons que nos préparations sont des coupes perpendiculaires aux faces de la muqueuse, nous voyons que ces dépressions peu profondes correspondent à des sillons longitudinaux, que celles qui sont limitées par les 3/4 d'une circonférence correspondent à de véritables gouttières, et qu'enfin, quand la circonférence est complète, il s'agit

de véritables tubes, parallèles à la surface de la muqueuse et ne conservant plus de relations avec la couche épithéliale qu'en un seul point, le lieu de leur abouchement.

Comme on le voit, ce mode de développement des glandes utérines, chez le cheval du moins, est absolument différent de ce qui se passe dans le développement des glandes en général. Nous savons en effet que là où une glande doit se développer, d'abord se montre un épaississement épithélial, épaississement qui à son tour devient un bourgeon, mais un bourgeon plein qui va s'enfoncer et se ramifier ou non dans les tissus sous-jacents. La glande est déjà complètement ou à peu près formée avant qu'une cavité se forme dans son intérieur par disparition des cellules les plus centrales des cordons épithéliaux.

Dans la muqueuse utérine de la jument, au contraire, le processus est tout différent. Il n'y a pas épaississement de la couche épithéliale, mais dépression, d'abord en sillon, puis en gouttière. Enfin les deux bords de la gouttière se rejoignent et le tube glandulaire est formé. Je ne puis plus exactement comparer ce phénomène qu'au processus, par lequel à la face postérieure de l'embryon se développent les centres nerveux par involution du feuillet externe du blastoderme.

Description de la muqueuse utérine de la jument à l'état de gestation. (Voir fig. 2.) — A l'état de gestation, la muqueuse utérine de la jument présente aussi un nombre considérable de tubes glandulaires qui, sur une coupe perpendiculaire à la surface de la muqueuse apparaissent, quant à leur forme et quant à leur épithélium, avec tous les caractères que nous avons indiqués plus haut. Ces glandes, ou du moins les figures qui représentent leur coupe sur l'utérus en gestation, sont beaucoup plus nombreuses. Est-ce à dire pour cela qu'elles aient augmenté en nombre? Nous ne le pensons pas. En effet, nous avons vu plus haut, à propos de la muqueuse de l'utérus non gravide, qu'elles ne sont point rectilignes et perpendiculaires à la surface de la muqueuse, mais constituées par des tubes plus ou moins longs, à direction très irrégulière, décrivant de nombreuses circonvolutions disposées le plus souvent dans des plans parallèles à la surface de cette muqueuse. Il n'est donc pas besoin, pour expliquer l'augmentation apparente des glandes sur les coupes, de supposer qu'il y a pendant la gestation for-

mation de glandes nouvelles. Il suffit, en effet, qu'un allongement se produise dans ces tubes glandulaires déjà trop longs pour la muqueuse de l'utérus non gravide, pour que leurs circonvolutions se multiplient et qu'ainsi sur les coupes nous trouvions une augmentation apparente mais non réelle du nombre des glandes.

Il est encore quelques particularités qu'il nous faudra signaler à propos de ces glandes. Mais nous y reviendrons plus loin. Examinons tout d'abord la surface de la muqueuse utérine en gestation.

Nous venons d'étudier la couche glandulaire, et nous avons vu que sur la muqueuse normale, ces tubes contournés en occupent toute l'épaisseur, et qu'on les rencontre jusqu'au voisinage de la couche musculeuse de l'utérus, mais qu'ils ne la pénètrent point. D'autre part, on en voit aussi qui arrivent presque au contact de la couche épithéliale et n'en sont séparés que par une mince couche de tissu lumineux.

Nous pouvons donc, pour faciliter la description, diviser la muqueuse normale en deux couches : l'une glandulaire, l'autre sus-glandulaire qui, sur l'utérus non gravide, n'est représentée que par la couche épithéliale telle que nous l'avons déjà décrite ; pendant la gestation, cette dernière subit des modifications considérables qu'il nous faut maintenant décrire.

Sur des coupes perpendiculaires aux surfaces, on peut, même à l'œil nu, voir que le bord qui correspond à la couche épithéliale présente un aspect villeux, dû, comme nous le montre déjà un faible grossissement (15 à 20 diamètres), à des festons assez réguliers, dont les convexités sont tournées vers la couche glandulaire, et les concavités vers la cavité utérine. En un mot, cette ligne festonnée est constituée par une série de cupules placées l'une à côté de l'autre, et disposées sur une seule couche.

Mais, avant d'aller plus loin, il fallait se demander s'il s'agissait là de véritables cupules ouvertes à la surface de la muqueuse, ou bien de sillons parallèles entre eux et perpendiculaires à la direction de nos coupes. La coupe de ces sillons, on le comprend aisément, aurait pu nous donner exactement les mêmes figures. Il était facile de résoudre cette question en faisant des coupes perpendiculaires aux premières. Sur ces

dernières nous avons retrouvé le même rebord festonné. Il s'agit donc là de véritables cupules ouvertes vers la cavité utérine et recevant dans leur intérieur des saillies correspondantes du placenta diffus. Une fois le placenta enlevé (et l'on sait combien il se détache facilement), ces cupules ne sont pas vides et l'on voit qu'elles contiennent un grand nombre d'éléments dont il va nous falloir étudier et la forme et le mode de groupement dans ces cavités cupuliformes.

Mais il nous faut voir comment est formée la cupule elle-même, étudier sa charpente; nous en décrirons ensuite le contenu.

La couche sus-glandulaire, que j'appellerai aussi couche des cupules, est séparée de la couche glandulaire par une lame d'aspect fibreux; de cette couche se détachent des prolongements dirigés vers la cavité utérine; prolongements formés eux aussi par des éléments lamineux comme la couche qui leur donne naissance.

Ces prolongements ne sont autres que la coupe des cloisons qui vont constituer les cupules.

A un grossissement plus fort, 250 ou 300 diamètres, il est facile de constater que le tissu qui constitue les parois des cupules est analogue au tissu instertitiel du reste de la muqueuse. On y trouve des fibres lamineuses soit isolées, soit réunies en faisceaux assez minces, et de nombreux noyaux, la plupart fusiformes, à grand diamètre, toujours parallèles à la direction des cloisons des cupules. De la face de ces cloisons qui regarde la concavité de la cupule, partent des cloisons secondaires excessivement fines. Ces dernières circonscrivent des espaces de forme particulière qu'il nous reste à décrire.

Suivant que la coupe a passé par un des diamètres ou par une corde sous-tendant un arc de la cupule, les figures qu'elle nous donne sont différentes. Quand la coupe a passé suivant un des diamètres, on observe des rangées de cellules sur une seule couche, dessinant comme de petites bouteilles dont le fond arrondi repose sur la paroi même de la cupule, et dont les goulots plus ou moins allongés convergent tous vers un même point du côté de la cavité utérine.

Dans le second cas, quand la coupe a passé en dehors du diamètre, suivant une corde, les rangées de cellules circons-

crivent des espaces arrondis. Malgré cette différence d'aspect, il n'est pas difficile de voir qu'il s'agit toujours des petites bouteilles décrites plus haut. En effet, elles sont rangées de telle sorte que leurs axes longitudinaux correspondent aux rayons de la cupule. La coupe suivant le diamètre cupullaire nous donne leur coupe longitudinale; suivant la corde, des coupes transversales ou plus ou moins obliques. Il nous reste à décrire maintenant les éléments qui constituent ces organes nouveaux.

Nous trouvons d'abord à leur périphérie les minces cloisons lamineuses qui leur forment une paroi externe et les séparent les uns des autres. Puis, sur ces cloisons lamineuses, des rangées de cellules polydriques sur une seule couche; ces cellules ont de 8 μ à 10 μ de diamètre. Leur contenu très granuleux ne permet pas d'y distinguer très nettement le noyau, qui paraît cependant occuper le centre de la cellule. Ces éléments, sous l'influence du picro-carminate, prennent une coloration jaune-rougeâtre assez marquée qui les distingue très nettement d'autres éléments qui remplissent la cavité de ces petites bouteilles. Ces derniers sont des cellules un peu plus volumineuses que les précédentes, de 12 μ à 16 μ de diamètre; le noyau est peu apparent, le picro-carminate leur donne une teinte presque jaune.

Il me faut en terminant revenir sur les glandes. On voit les moins profondes, celles qui sont le plus rapprochées de la couche superficielle, se grouper dans les espaces qui séparent les fonds des cupules. Puis, de ces groupes partent des conduits dont l'épithélium est cylindrique comme celui des tubes plus profonds. Ces sortes de conduits excréteurs ont un diamètre inférieur à celui des glandes; ils ont une direction perpendiculaire à la surface de la muqueuse. Chaque cupule se trouve donc ainsi entourée d'un certain nombre de tubes glandulaires verticaux, qui viennent s'ouvrir à son pourtour (Voir fig. 2 et 3, *tt'*).

D'après la description qui précède, nous voyons que les glandes subissent pendant la gestation un développement considérable, et que les tubes qui s'ouvrent à la surface de la muqueuse, au lieu de présenter, comme sur l'utérus en vacuité, une direction très oblique, deviennent perpendiculaires pour cheminer dans l'épaisseur des cloisons qui limitent les cupules fibreuses.

C'est là déjà un renseignement sur leur mode de terminaison du côté de la cavité utérine. Mais pour avoir des notions plus précises sur leurs rappors avec les nouveaux organes développés à la surface de la muqueuse, il nous faudra les examiner sur des coupes horizontales. Nous reviendrons plus loin sur cette étude importante.

Il nous faut, tout d'abord, comparer la muqueuse de l'utérus gravide avec celle de l'utérus vide, afin d'analyser de plus près les modifications que cette dernière a subies, et de voir par quel processus les productions nouvelles que nous venons de décrire plus haut ont pu se développer.

Nous voyons en premier lieu que l'épithélium cylindrique se modifie pour devenir pavimenteux, fait des plus intéressants sur lequel il nous faudra insister plus tard ; mais nous voyons aussi que les modifications n'ont pas porté seulement sur la couche épithéliale, et que dans la formation des cupules, la couche lamineuse sous-jacente a subi, elle aussi, des changements considérables.

Nos cupules, une fois développées, sont en somme des cavités plus ou moins complexes, dans lesquelles viennent se loger les villosités choriales. Deux hypothèses peuvent être émises sur leur mode de formation. Ou bien ce sont des dépressions qui se sont produites dans la muqueuse ; ou bien, à la surface interne de cette dernière, se sont développés des prolongements qui, s'allongeant de plus en plus vers la cavité utérine, ont ainsi constitué les parois de nos cupules.

Il suffit de comparer l'épaisseur de la muqueuse à l'état de vacuité, avec celle de l'utérus gravide, de voir que cette dernière a augmenté considérablement en épaisseur, pour rejeter la première hypothèse. D'autre part, le grand nombre de noyaux et de corps fusiformes que l'on rencontre, soit dans la couche lamineuse sur laquelle reposent les cupules, soit dans les cloisons qui les séparent, nous montre qu'il s'agit là d'un tissu jeune, d'un tissu en voie de prolifération. On peut donc admettre que les parois des cupules sont des productions nouvelles, et que les cupules elles-mêmes ne sont point des cavités creusées dans le tissu lamineux préexistant de la muqueuse à l'état de vacuité.

Un autre fait dont j'ai déjà parlé vient encore confirmer cette manière de voir.

Nous avons vu que sur l'utérus vide les glandes, et surtout leurs portions terminales, sont très obliquement dirigées pour aller s'ouvrir à la surface de la muqueuse. Sur l'utérus gravide, ces tubes glandulaires prennent au contraire une direction perpendiculaire ou à peu près. Ce changement de direction ne peut être que la conséquence d'une augmentation d'épaisseur dans la couche qui contient la terminaison des glandes, ce que l'on pourrait appeler leurs conduits excréteurs, si ce n'était peut-être trop préjuger de leurs fonctions. Ces conduits, d'abord obliques, couchés en quelque sorte les uns sur les autres, sont séparés et ramenés à une direction perpendiculaire par le développement en tous sens du tissu interstitiel, du stroma fibreux qui les sépare.

Mais pour avoir des renseignemeuts plus précis sur les modifications que subit la muqueuse utérine de la jument pendant la gestation il eût fallu examiner des utérus à une période beaucoup plus voisine du début. Je n'ai pu me les procurer; mais j'ai eu la bonne fortune d'avoir à ma disposition l'utérus gravide d'un Lama mort à la ménagerie du Muséum au mois de janvier dernier. D'autre part, il était nécessaire de faire des coupes comprenant à la fois la muqueuse utérine et le chorion maintenu adhérent.

Chez le cheval, en raison des plis volumineux que présente la muqueuse de l'utérus gravide, il est fort difficile d'obtenir des pièces que l'on puisse faire durcir et préparer pour l'examen microscopique, en maintenant en contact intime le chorion avec les parois utérines. On sait, en effet, que le placenta se détache avec la plus grande facilité; la moindre traction le décolle et les plis de la muqueuse sont en outre une condition des plus défavorables.

Chez le Lama que nous avons examiné, les plis utérins étaient très peu prononcés, dans certains points ils existaient à peine. Il nous a été facile de maintenir les deux membranes en contact, et pour cela faire, voici comment nous avons procédé.

Nous avons ouvert avec des ciseaux une corne de l'utérus reposant sur une plaque de liège; la partie qui reposait sur

cette plaque ne subissait ainsi aucune traction qui pût décoller le placenta. Alors, avec des épingles placées à 7 ou 8 millimètres de distance les unes des autres, nous avons fixé sur le liège une portion de l'utérus ayant une étendue égale à la surface de la paume de la main. Puis coupant avec des ciseaux en dehors des épingles, nous avons pu obtenir une pièce sur laquelle le chorion avait conservé tous ses rapports avec la muqueuse utérine. Enfin cette pièce a été placée dans les réactifs durcissants, alcool, acide picrique, etc.

Description de la muqueuse utérine du Lama en gestation avec le chorion adhérent. — Grâce aux procédés que nous venons d'indiquer, nous avons pu obtenir des coupes comprenant à la fois le chorion et les parois utérines. Ces parois sont relativement très minces, à peine 2 millimètres d'épaisseur ; $0^{mm},50$ à $1^{mm},70$ pour la couche musculeuse. Le chorion, dans les espaces qui séparent les villosités, présente une épaisseur de $0^{mm},05$ de millimètre.

A un grossissement de 60 diamètres, il est facile d'observer à la fois le chorion et la muqueuse dans toute son épaisseur, et de voir quelles sont les relations qu'affectent entre elles ces deux membranes. Sur nos préparations, le chorion n'est en contact avec l'épithélium de la muqueuse que par le sommet de ses villosités. Les portions intermédiaires aux villosités sont séparées de la muqueuse par des espaces libres de 10 à 12 centièmes de millimètre de hauteur.

Je ne crois pas que ces espaces existent en réalité sur les pièces fraîches. Pour moi, ils seraient dûs tout simplement à la pression exercée par la lamelle sur les coupes pendant les manœuvres de préparation. Quoi qu'il en soit, il était bon de signaler cette particularité, car elle prouve qu'entre la muqueuse et les portions du chorion intermédiaires aux villosités, il y a une adhérence, des moyens d'union bien moindres qu'au niveau du sommet des villosités. Je ferai remarquer, en outre, que dans ces intervalles la face externe du chorion est revêtue d'une couche d'épithélium pavimenteux, qu'il en est de même de la muqueuse, et que rien ne se trouve interposé entre les deux couches, l'une fœtale, l'autre maternelle. Ce dernier fait, comme nous le verrons plus loin, est des plus importants à constater. Les villosités du chorion, sur nos coupes sont sépa-

rées les unes des autres par des espaces dont les dimensions peuvent varier de 1 millimètre à 0mm,1 et même moins; c'est-à-dire que par places ces villosités sont en groupes assez serrés, tandis que dans d'autres elles sont plus ou moins isolées, plus ou moins distantes les unes des autres. Leur forme est assez régulière; la plupart représentent des segments de sphère, quelques-unes sont coniques, ce sont les plus rares. Enfin, on peut en trouver de bilobées. Sur aucune d'elles, nous n'avons trouvé de ces prolongements qui sont si nombreux sur les villosités du placenta de la jument et de la baleine, et qui leur donnent, chez ces animaux, l'aspect de têtes de choux-fleurs. Chez notre Lama, au contraire, villosités coniques et villosités hémisphériques présentent une surface absolument lisse, sans replis ni prolongements, et sont simplement recouvertes par un épithélium pavimenteux. Ces villosités ont une hauteur moyenne de 0mm,16 à 0mm,18, sur une largeur à la base qui peut varier de 0mm,15 à 0mm,32. Nous n'avons pu examiner de Lama à une période plus avancée de la gestation, et nous ne savons pas, si à un moment donné, des prolongements se formeront sur les villosités; c'est probable, mais nous ne pouvons l'affirmer.

Étudions maintenant la muqueuse et les modifications qu'elle présente. Déjà, avec un grossissement de 60 diamètres, on peut voir que l'épithélium est profondément modifié et dans sa forme, et dans les dispositions qu'il affecte par rapport à la surface de la muqueuse. Au lieu de constituer un revêtement lisse, partout uniforme et d'égale épaisseur, il se stratifie irrégulièrement en masses plus ou moins volumineuses, tant au niveau du sommet des villosités, qu'au niveau des intervalles qui les séparent.

Au-dessous de l'épithélium, dans le derme même de la muqueuse, se rencontrent les glandes, qui, sur nos coupes verticales, se montrent avec tous les caractères que nous avons décrits aux glandes de la muqueuse utérine de la jument; c'est-à-dire qu'elles se présentent sous forme de tubes glandulaires coupés soit suivant leur longueur, soit perpendiculairement à leur axe longitudinal, ce qui donne alors des figures arrondies. Comme chez la jument, ces tubes sont très sinueux et couchés parallèlement ou très obliquement par rapport à la surface de

la muqueuse. Ils ont, en moyenne, 25 μ, 30 μ, 35 μ de diamètre autour d'eux, on observe les coupes transversales ou longitudinales d'un grand nombre de vaisseaux sanguins.

Il nous faut maintenant employer un grossissement plus fort, 350 à 400 D, et étudier les éléments qui constituent la couche épithéliale, les glandes et le derme muqueux qui les contient.

L'épithélium, nous l'avons déjà dit, devient pavimenteux ; les cellules qui le constituent sont polyédriques et présentent un diamètre de 12 μ à 14 μ en moyenne. Il faut dire, cependant, qu'elles sont assez irrégulières dans leurs formes et dans leurs dimensions. Sous l'influence du picrocarminate, elles prennent une coloration jaune rougeâtre ; leur contenu, très granuleux, empêche d'y retrouver facilement le noyau. Cependant, sur quelques-unes il est assez apparent et présente un petit nucléole (1).

Ces cellules épithéliales ne sont pas, à proprement parler, stratifiées, mais plutôt disposées en séries, en rangées qui se recourbent et se superposent irrégulièrement dans certains points ; dans d'autres, elles dessinent et limitent des espaces qui rappellent ces organes en forme de petites bouteilles, que nous avons décrits dans les cupules de la muqueuse de la jument.

Il y a donc là, non seulement changement de caractères de l'épithélium, mais aussi prolifération, augmentation considérable du nombre des cellules. Ce phénomène se montre surtout au voisinage du sommet des villosités. Ces derniers arrivent au contact de la couche épithéliale. Au niveau du point d'accolement, l'épithélium de la muqueuse se dispose en couches plus ou moins régulières, au nombre de deux ou trois. Puis, sur les côtés de la villosité, le nombre des couches épithéliales augmente, les séries de cellules se circonvolutionnent beaucoup plus (si je puis m'exprimer ainsi), et c'est là que se montrent ces petiles cavités en forme de bouteilles dont je viens de parler. En un mot, on voit que l'épithélium commence à se disposer en cupules pour recevoir et embrasser les villosités qui s'avancent vers lui.

(1) Je rappellerai ici, que l'épithélium utérin de la jument en gestation présente les mêmes caractères.

Mais ce n'est pas seulement l'épithélium qui prend part à la formation de ces saillies, de ces irrégularités que nous remarquons déjà à la surface de la muqueuse. Le derme est constitué par un tissu lamineux contenant un grand nombre de noyaux et de corps fusiformes; ces derniers sont surtout abondants dans la couche superficielle, au-dessous de l'épithélium. La face libre de cette couche sous-épithéliale n'est plus régulière comme dans la muqueuse d'un utérus vide; elle présente sur la coupe de nombreux festons, et même en certains points de véritables tractus ou prolongements lamineux qui vont pénétrer la couche épithéliale, et rappellent, en petits, les cloisons fibreuses que nous avons vues limiter les cupules chez la jument.

L'épithélium des glandes se distingue facilement de l'épithélium superficiel de la muqueuse, tant par la coloration que lui donne le carmin, que par sa forme. C'est un épithélium du type cylindrique, présentant un noyau muni d'un nucléole. Le revêtement qu'il forme dans les tubes glandulaires a une épaisseur de 8 μ à 9 μ. Le diamètre transverse des cellules est de 5 μ à 6 μ. Il s'agit là, on le voit, d'un épithélium qui tend à se rapprocher de la forme cubique. Quoiqu'il en soit, s'il n'est pas aussi nettement cylindrique que l'épithélium des glandes utérines de la jument, d'une part, il se distingue facilement, comme nous l'avons vu, de l'épithélium de revêtement de la muqueuse; d'autre part, qu'il s'agisse de tubes glandulaires superficiels ou profonds, il est partout absolument semblable à lui-même.

Il me reste à parler du mode de terminaison des glandes chez le Lama. Sur mes coupes verticales, je n'ai trouvé que quelques tubes terminaux arrivant à la surface de la muqueuse, et cela sur les nombreuses coupes successives que j'ai faites et examinées. Là où j'ai pu les observer et les suivre, j'ai vu qu'ils arrivaient non pas au niveau du point de contact d'une villosité, mais au niveau des espaces qui séparent les villosités entre elles. J'ai pu constater aussi qu'au niveau du point d'abouchement des tubes, l'épithélium est parfaitement semblable à celui qui revêt leurs parties les plus profondes.

Il nous faut maintenant revenir à la muqueuse utérine de la jument en gestation, l'étudier sur des coupes horizontales, c'est-à-dire parallèles à la surface de la muqueuse. Cette étude

viendra confirmer d'une part cette disposition en cupules de la surface de la muqueuse; d'autre part nous donnera des notions plus précises sur le mode de terminaison des glandes.

Description de la muqueuse utérine de la jument sur des coupes parallèles à la surface de la muqueuse (Voir fig. 3). — Il est relativement beaucoup plus facile d'obtenir ces coupes sur une muqueuse en gestation, que sur une muqueuse en état de vacuité. En effet, là nous avons tout d'abord une plus grande épaisseur des parois utérine, ensuite grâce à l'épaisseur relativement considérable de la couche des cupules, si la première coupe est manquée, ou n'est pas suffisamment mince, la seconde et la troisième sont encore bonnes pour nous donner de bons renseignements.

Ces coupes horizontales n'ont fait que confirmer, à propos des cupules, ce que nos coupes verticales faites dans deux plans perpendiculaires nous avaient déjà fait prévoir. Il s'agit bien là d'espaces arrondis et concaves, limités et séparés les uns des autres par des cloisons fibreuses, envoyant des prolongements dans la concavité des cupules, des cloisons secondaires revêtues d'épithéliums comme nous l'avons déjà vu.

Les coupes ainsi pratiquées donnent à un faible grossissement (20 diamètres) les figures les plus élégantes. Les cloisons fibreuses qui présentent une épaisseur moyenne de 4 à 8 centièmes de millimètres (1) s'anastomosent régulièrement entre elles limitant ainsi des espaces arrondis ou plutôt des polygones à peu près réguliers à angles mousses, dont le diamètre moyen est de 0^{mm} 60 à 1 millimètre. Ces tractus fibreux ne sont autres que les cloisons que nous avons vues s'élever de la face interne de la muqueuse utérine pour limiter extérieurement les cupules. Comme sur nos coupes verticales, nous voyons partir de la face concave de nos cloisons de premier ordre des cloisons secondaires, qui revêtues d'épithélium, constituent ces follicules en forme de petites bouteilles que nous avons décrits plus haut.

Du moment que sur des coupes horizontales nous retrouvons les mêmes figures que sur des coupes verticales, c'est bien là une preuve qu'il s'agit d'organes tubuleux. Comme on le voit,

(1) Dans certains points on peut trouver des cloisons qui ont 0^{m} 16 d'épaisseur. C'est là surtout que viennent s'ouvrir les glandes.

au point de vue des cupules, les coupes horizontales ne font que confirmer ce que nous savions déjà par les coupes verticales.

Mais il s'agissait de résoudre une autre question. Nous avions bien déjà vu les glandes se grouper au-dessous des cupules, dans les espaces angulaires qui séparent leurs fonds, et de là envoyer des conduits verticaux, cheminant dans l'épaisseur des cloisons fibreuses pour aller s'ouvrir à la surface de la muqueuse utérine. Il était déjà possible de l'affirmer. Cependant on pouvait objecter que la partie la plus superficielle de la muqueuse avait pu être détruite dans les manœuvres de préparation et qu'ainsi, il ne pouvait être possible d'affirmer absolument ce mode de terminaison et d'ouverture des glandes à la surface de la muqueuse. Cependant, c'était là un point qu'il était nécessaire d'élucider. Seules les coupes horizontales pouvaient nous donner à ce sujet des notions absolument précises. Et pour cela, il fallait en outre, examiner des coupes successives, faites suivant des plans de plus en plus profonds.

Toujours nous avons vu les glandes parfaitement distinctes des autres parties, par la forme, la disposition et la coloration de leur épithélium venir s'ouvrir au niveau des cloisons qui séparent les cupules. J'ai aussi examiné des coupes plus profondes, ayant passé juste au niveau du fond d'une cupule. Jamais je n'ai pu apercevoir une glande venant s'ouvrir soit au fond d'une cupule et se mettre en relation avec ces follicules de nouvelle formation qui en tapissent les parois. (Voir fig. 3.)

Si j'ai tant insisté, sur le mode d'abouchement ou de terminaison des glandes sur la muqueuse utérine de la jument en gestation, c'est que quelques auteurs qui se sont occupés de la même question, se basant sur une disposition particulière des glandes, que je ne crois pas devoir être admise, du moins pour la jument, leur font jouer dans la nutrition du fœtus un rôle peut-être trop important.

Dans sa description de la muqueuse de l'utérus gravide de la jument : Ercolani (1) décrit, une disposition qui rappelle jusqu'à un certain point celle que je viens de donner. D'après

(1) Ercolani, sur les glandes utriculaires de l'utérus, in *Journ. de l'anat. et de la physiologie de l'homme et des animaux*, 1868, p. 501. Et in *Mem dell' acad delle scienze dell' Instituto di Bologna*, 2e série, 1868, t. VII.

lui, ce nouvel organe glandulaire, serait constitué par des séries de *follicules glandulaires* ouverts à la surface de la muqueuse. Dans la figure que nous trouvons à la suite de la traduction du mémoire d'Ercolani par M. R. Boulard (1); il représente ces organes néo-glandulaires, sous forme de petites bouteilles. Il s'agit certainement là de ces organes tubuleux que nous avons vu se grouper dans les concavités de nos cupules fibreuses. Ercolani, dans le résumé de son mémoire, ne mentionne point ce mode de groupement. C'est peut-être pour ne pas avoir bien vu cette disposition qu'il est si peu affirmatif au point du vue du mode de terminaison des glandes utérines. Il ne dit point en effet, du moins d'une manière précise, où s'ouvrent les glandes utriculaires de la muqueuse utérine de la jument pendant la gestation.

Il se borne à nous indiquer que : « chez la jument, par « exemple, même après que l'organe glandulaire ou placenta « maternel est déja formé, toutes ces glandes utriculaires « versent l'humeur sécrétée, directement entre le chorion et la « matrice. » A propos des carnassiers, il est plus affirmatif. C'est ainsi que dans le point où s'insère le placenta il aurait vu les glandes utriculaires s'ouvrir, « dans la portion inférieure « ou cul-de-sac des follicules glandulaires de nouvelle forma- « tion qui ne sont que des replis à festons de la muqueuse « utérine changée en organe glandulaire. » Une description analogue a été donnée par Sharpey pour la muqueuse utérine de la chienne. Malgré cette dernière assertion Ercolani semble admettre que chez la jument les choses ne se passent pas comme chez la chienne et que les glandes n'ont aucune relation avec le nouvel organe qui reçoit les villosités placentaires.

William Turner, danr un mémoire intitulé : On the arrangement of the foetal membranes in the cetacca (2) donne de la muqueuse utérine de l'Orca en gestation une description qui se rapproche beaucoup aussi de celle que nous venons de donner de la muqueuse du cheval en gestation. Les coupes verticales que Turner a pratiquées sur la muqueuse de l'Orca lui ont permis de constater que cette membrane modifiée par la ges-

(1) *J. de zoologie* de P. Gervais, t. I, 1872.
(2) *In transactions of the Royal society of Edinburg.* Vol. XXVI, 1872, p. 467.

tation, pouvait être divisée en deux couches qu'il décrit séparément. Il donne aux cavités ou anfractuosités cupuliformes le nom de cryptes, et à la couche qu'elles constituent le nom de couche des cryptes.

Dans cette couche il décrit deux sortes de cavités ou cryptes; les uns peu concaves en forme de cupules, les autres plus excavés, plus profonds en forme d'entonnoir. Pour lui ces cryptes seraient les organes décrits par Ercolani.

« Il ne peut y avoir de doutes, dit-il, que les dispositions que « j'ai décrites tant sur l'Orca que chez la jument, ainsi que les « cryptes de la membrane muqueuse soient les mêmes organes « que ceux auxquels Ercolani donne le nom de follicules. J'ai « déjà discuté le mode de formation de ces dispositions, et « tout en considérant que les cryptes les plus profonds, les « cryptes entonnoirs, peuvent à cause de leurs relations avec « les glandes être regardés comme leurs orifices dilatés, j'ai « en outre penché vers cette manière de voir, que les cryptes « cupuliformes sont des poches formées pendant la gestation « par des plis de la membrane muqueuse fortement hypertro- « phiée (1). De là on peut les regarder comme des follicules « de nouvelle formation, et jusqu'ici je suis d'accord avec « Ercolani. »

Comme on peut le voir par ce qui précède, les cryptes en cupules ou en entonnoirs décrites par Turner sur l'Orca ne sont point ce que j'ai décrit sous le nom de cupules, mais plutôt, comme il le dit lui-même, les follicules d'Ercolani, c'est-à-dire, les organes contenus dans les cupules fibreuses.

Ainsi donc, pour Turner, il y aurait deux sortes de cryptes chez les cétacés, les uns superficiels, les autres plus profonds, en entonnoir; c'est dans ces derneirs, que d'après lui viendraient s'ouvrir les conduits des glandes que Ercolani appelle utriculaires (les glandes utérines normales) par opposition aux organes de *nouvelle formation* qu'il appelle *glandes folliculaires*.

Turner s'exprime ainsi à ce sujet :

(1) Comme nous l'avons vu plus haut, chez la jument la forme des cupules est trop régulière pour qu'on puisse les regarder comme le résultat d'un simple plissement de la muqueuse.

« De l'examen, dit-il, de la surface de la membrane mu-
« queuse, plus spécialement dans les points où les vaisseaux
« étaient injectés, j'ai été à même de constater d'une manière
« assez évidente que les glandes s'ouvraient dans la partie la
« plus profonde des cryptes entonnoirs. En regardant dans ces
« cryptes au moyen d'un microscope binoculaire, j'ai vu assez
« fréquemment que le bout le plus profond, possède une ou-
« verture qui communique avec la terminaison de la glande
« tubuleuse. La direction de ces ouvertures est dans la plupart
« des cas oblique, de sorte que le tube de la glande, immédia-
« tement avant sa terminaison, couché suivant son grand axe
« obliquement ou presque parallèlement au fond du crypte,
« était conséquemment obliquement ou transversalement
« coupé dans beaucoup des coupes verticales. Les relations des
« glandes avec le fond des cryptes, rappelle les figures données
« il y a déjà quelques années par le docteur Sharpey sur l'uté-
« rus de la chienne en gestation. Une preuve de plus de la
« communication de ces glandes avec les cryptes les plus pro-
« fonds, nous a été fournie par quelques préparations (spéci-
« mens) sur lesquelles on pouvait observer un petit amas,
« formé suivant toute probabilité, soit par des cellules épithé-
« liales, soit par la sécrétion coagulée de la glande, et faisant
« saillie de l'orifice glandulaire dans le fond de la cavité du
« crypte. »

Turner admet donc que les villosités placentaires chez les cétacés s'engagent dans des cavités où viennent s'ouvrir des conduits glandulaires. Il admet aussi que chez la jument se rencontre une pareille disposition. Cependant, dans un passage de son mémoire, il nous dit : « Dans la jument cependant (et « cela est bien possible aussi chez l'Orca, quoique je n'aie pas « encore d'observation positive à ce sujet), quelques-unes des « glandes ne s'ouvrent pas dans les cryptes, et conséquemment « leur secrétion n'est pas apportée au contact des villosités, « mais avec la surface plane du chorium entre les bases des « villosités. »

Malgré cette restriction, il admet, même chez la jument, que les villosités placentaires sont en relation avec des orifices glandulaires dilatés. C'est là un fait que je n'ai pu constater sur aucune de mes préparations. Je crois, au contraire, avoir suffi-

samment démontré plus haut que les glandes de l'utérus, du moins chez la jument, n'ont aucune relation avec les cavités qui reçoivent les villosités du chorion.

Pour ce qui est des cétacés, le fait constaté par Turner peut être très exact. Je n'ai pu me procurer les matériaux nécessaires pour faire des recherches à ce sujet. J'ai bien eu à ma disposition des pièces prises sur un utérus gravide de baleine (*Balœnoptera Sibaldii*). Ces pièces provenaient d'un utérus qui avait contenu un fœtus de 3m,60 de longueur envoyé au Muséum par M. Foign et arrivé à Paris le 12 septembre 1880. Malheureusement, les pièces n'avaient pas été conservées spécialement en vue de l'examen histologique. A l'examen a l'œil nu, cette muqueuse utérine, sauf le développement des plis, qui étaient énormes (10 à 12 centimètres de hauteur pour les plus grands, 5 à 6 centimètres pour les petits), rappelait la muqueuse utérine de la jument en gestation.

Je n'ai pu pratiquer que quelques coupes verticales sur ces pièces insuffisamment durcies. L'épithélium était trop altéré pour que je puisse en donner ici une description. Mais à un faible grossissement, j'ai pu voir que, comme chez la jument, la surface de la muqueuse présentait des concavités en forme de cupules limitées par des cloisons fibreuses et divisées en compartiments plus petits par des cloisons secondaires. Mais ces cupules étaient plus irrégulières dans leur forme et dans leur disposition que chez la jument.

Quant aux glandes et à leurs relations avec la muqueuse, l'état des pièces ne m'a pas permis de rien constater de précis à ce sujet.

Ne pouvant me procurer d'autres muqueuses utérines de cétacé en gestation, je me suis demandé si l'examen de la muqueuse d'un utérus en vacuité ne pouvait me donner quelques renseignements. J'ai pu faire cette étude grâce à l'obligeance de M. Herrmann, qui a bien voulu me donner un utérus de marsouin qu'il avait recueilli lui-même à Concarneau. La pièce fraîche avait été placée, aussitôt enlevée, dans le liquide de Muller. Malgré ces précautions, sur la portion qui m'a été donnée, l'épithélium utérin était tombé en grande partie. Cependant, par suite de l'action du liquide conservateur, quelques plis s'étaient formés. Et ainsi protégée sur cer-

tains points par ces plis accidentels, la muqueuse avait conservé son épithélium. C'est l'extrémité d'un de ces gros plis, visibles à l'œil nu, que j'ai dessinée dans la figure 5.

L'épithélium est constitué par des cellules cylindriques rangées sur une seule couche et présente une épaisseur de 18 μ. Dans la couche sous-épithéliale se rencontrent les glandes qui arrivent jusqu'au voisinage de la couche musculeuse. Sur mes coupes verticales, pratiquées perpendiculairement au grand axe de l'utérus, on trouve des tubes glandulaires, coupés les uns transversalement, les autres suivant leur longueur. Ces derniers se rencontrent surtout dans la portion la plus superficielle de la muqueuse et ont une direction sinon perpendiculaire, du moins peu oblique par rapport à la surface interne de l'utérus. Les tubes coupés transversalement se rencontrent dans une couche plus profonde, au voisinage de la tunique musculeuse. En un mot, les glandes ne prennent une direction horizontale ou du moins très oblique qu'après s'être assez profondément enfoncées dans l'épaisseur de la muqueuse. En outre, grâce à la direction à peu près perpendiculaire qu'affectent les tubes glandulaires au voisinage de la surface de la muqueuse, il est beaucoup plus facile que chez la jument de trouver sur des coupes verticales, l'abouchement de ces glandes dans la cavité utérine.

Comme on peut le voir sur la figure 5, l'épithélium est absolument identique dans les tubes glandulaires et à la surface même de la muqueuse. Dans les tubes les plus profonds il conserve absolument les mêmes caractères. Je n'insisterai donc pas sur cette description; je ferai simplement remarquer que, sauf la direction moins oblique des tubes glandulaires dans la moitié interne ou superficielle de la muqueuse utérine, cette dernière, chez le marsouin, peut être regardée comme à peu près analogue à celle de la jument.

Rappelons-nous, d'autre part, que la surface interne de la muqueuse utérine de la baleine en gestation, présente aussi des cupules comme celle de la jument. Leur forme et leur texture nous permettent de supposer qu'elles se sont développées par le même processus, sans être obligé d'admettre avec Turner que quelques-unes résultent de la dilatation d'un tube glandulaire. Nous croyons même, en tenant compte : 1° de nos

observations sur la baleine, 2° de la similitude qui existe entre les glandes du marsouin et celles de la jument sur l'utérus en vacuité, nous croyons pouvoir dire, qu'il est fort probable que chez les cétacés, pas plus que chez les jumentés, les glandes utérines ne vont s'ouvrir dans des cavités destinées à recevoir les villosités placentaires. Nous avons vu plus haut qu'il en était de même chez le Lama.

Ces faits étaient importants à constater; car, si depuis longtemps il est démonté que les glandes utérines ne jouent aucun rôle chez la femme, soit dans la placentation, soit dans la nutrition de l'embryon ou du fœtus, quelques auteurs, du moins pour les animaux à placenta diffus, répètent avec Sharpey et Turner que les glandes utérines sécrètent un liquide nutritif spécial, une sorte de lait utérin. Turner, dans le chapitre physiologique qui termine son mémoire (1) dit même, que ce ne sont pas seulement les échanges de matériaux nutritifs, qui se font par l'intermédiaire du liquide sécrété par les glandes utérines, mais aussi des échanges gazeux, aussi bien chez la jument que chez les cétacés. Nous avons vu plus haut les objections anatomiques qui peuvent être faites à la théorie de Turner.

Si, d'ailleurs, ces preuves ne suffisaient pas pour faire voir que chez les animaux à placenta diffus les glandes n'ont aucun rapport avec les villosités, il serait facile d'invoquer des preuves indirectes empruntées à l'anatomie comparée.

On sait que chez les ruminants, dès la naissance, les points où iront s'insérer plus tard les cotylédons placentaires sont déjà marqués par des caroncules fongiformes, qui deviendront les cotylédons maternels. La muqueuse les recouvre, mais au niveau de leur base, la couche glandulaire s'arrête. Ces faits, j'ai pu les constater sur des utérus vides et sur des utérus gravides (vache, brebis) (2). Ainsi donc, chez ces animaux, là où se formeront les cotylédons placentaires, il n'y a pas de glandes; elles ne jouent donc aucun rôle dans la placentation. Mais ce n'est pas tout; quoique je réserve pour un prochain travail la description de la muqueuse utérine des ruminants,

(1) Loc. cit.

(2) Ce fait a été aussi observé par M. le professeur Robin. Voir article Œuf, *Dict. Encycl. des Sc. méd.*, p. 586-588, et *Sur la Structure des Cotylédons de la muq. utérine des ruminants* (Comptes rendus et Mém. de la Soc. de Biol., Paris, 1853, p. 131).

je ferai remarquer que chez le mouton, par exemple, animal sur lequel j'ai étudié les cotylédons placentaires pendant la gestation, on voit les villosités s'introduire dans des cavités analogues à ces petits organes creux, en forme de petites bouteilles qui tapissent les cupules de la muqueuse de la jument; de sorte que ces dernières pourraient être, à la rigueur, considérées comme de petits cotylédons maternels dans lesquels vont s'introduire et se ramifier autant de petits cotylédons fœtaux. De sorte que, au point de vue général, la différence qui existe entre les animaux à placenta diffus serait peut-être moindre qu'on ne le croit généralement.

Mais revenons à la muqueuse de la jument. Nous avons vu plus haut qu'Ercolani, tout en rejetant l'intervention des *glandes utriculaires* dans la sécrétion du prétendu lait utérin, le fait provenir d'un nouvel organe glandulaire.

Je n'accumulerai pas ici les nombreuses réfutations physiologiques que l'on pourrait lui opposer. M. le professeur Robin a montré (1) que le liquide interposé dans le placenta entre les parties fœtales et maternelles ne contient que des éléments déjà tout formés dans le sang et des débris épithéliaux. Schlossberger et Gamgee (2) ont constaté que ce liquide ne contient ni caséine ni fibrine. Enfin, Collin (3) a démontré que sur les animaux qui viennent d'être abattus ce liquide n'existe pas et qu'il n'est en somme qu'un produit cadavérique. Je n'insiste pas. Mais on peut faire à la théorie d'Ercolani, une objection purement anatomique. C'est que son nouvel organe, vu son mode de développement, ne peut pas être considéré comme une glande. Nous avons vu, en effet (voir la description de la muqueuse utérine du Lama), que ces organes tubuleux, ces follicules d'Ercolani résultent d'une sorte de végétation (si je puis m'exprimer ainsi) à la surface de la muqueuse, ce sont des cloisons, des prolongements lamineux qui se développent et croissent vers la cavité utérine et que l'épithélium modifié de la muqueuse vient recouvrir. Est-ce là le développement d'une glande? Je ne crois pas devoir insister.

(1) Ch. Robin, *Mém. sur les modifications de la muq. utérine pendant et après la grossesse*, 1861, p. 108 et *Dic. encyclopéd.*, art. Œuf, p. 586 et 607.

(2) British, *And Foreign med. chirur. Review*, 1864.

(3) Collin, *Traité de physiologie comparée des animaux*, 1873, p. 870-871.

En résumé, les cupules pas plus que les glandes utérines ne sécrètent un liquide particulier pendant la gestation. Et cependant il est incontestable que, pour ce qui est des glandes, leur volume, sinon leur nombre, augmente considérablement sur l'utérus gravide. Quelles sont donc leurs fonctions? Pour le moment, je ne pourrais émettre que des hypothèses que les recherches que je me propose de faire plus tard viendraient peut-être contredire. Je me bornerai à faire remarquer que, me basant sur la similitude qui existe toujours entre l'épithélium des glandes et l'épithélium de la muqueuse (vacuité) chez les animaux que j'ai examinés; et surtout sur le mode de développement de ces glandes, ainsi que j'ai pu le décrire chez le cheval; je ferai remarquer, dis-je, que ces organes doivent plutôt être considérés comme de simples involutions épithéliales, que comme de véritables glandes.

EXPLICATION DES PLANCHES XVIII ET XIX.

Fig. 1. (Ocul. 1. Objectif 4 de Verick.) — Muqueuse de l'utérus de la jument à l'état de vacuité.

Coupe verticale. — L'épithélium superficiel était altéré.

(*a*). Point d'abouchement commun à plusieurs glandes.

(*b*). Tube coupé suivant sa longueur.

(*c. c. c.*). Tubes glandulaires coupés perpendiculairement à leur axe longitudinal.

V. Vaisseau sanguin.

Fig. 2. (Ocul. 1. Object. 2 de Verick.) — Muqueuse utérine de la jument en gestation. — Coupe verticale.

c. c. Les cupules.

f. f. f. f. Les follicules qui en tapissent les cavités.

g. g. g. Les glandes.

t. t. t. Tubes glandulaires qui cheminent dans les cloisons qui séparent les cupules.

Fig. 3. (Ocul. 1. Object. 4 de Verick.). — Muqueuse utérine de la jument en gestation. Coupe horizontale (parallèle à la surface de la muqueuse).

C. C. C. Les cupules. — *f. f. f.* Les follicules.

P. P. P. Les cloisons qui les séparent.

t. t. t. Tubes glandulaires qui viennent s'ouvrir à la surface de la muqueuse.

Fig. 4. — Utérus d'un fœtus de cheval, de 66 centimètres de longueur. — Ocul. 1. Object. 7 de Verick.

(E.). Couche épithéliale.

(*i. i. i. i.*). Epithélium présentant des dépressions.

(*t.*). Tube glandulaire complètement développé.

(*v. v.*). Vaisseau sanguin.

(*m. m.*). Couche musculeuse.

Fig. 5. — Muqueuse utérine du marsoin. (Object. 4 et ocul. 1 de Verick.)

P. Pli accidentel dans lequel l'épithélium superficiel est conservé.

(*e.*) Cette couche épithéliale.

a. a. Tubes glandulaires coupés longitudinalement.

t. t. Idem. Transversalement.

CONTRIBUTION

À

L'HISTOIRE DU SPINA BIFIDA

(Suite (1).)

Par MM. F. TOURNEUX et Ern. MARTIN

(PLANCHE XX.)

Notice historique.

Depuis Tulpius (2) qui en donna une des premières bonnes descriptions, le vice de conformation connu sous le nom de spina bifida, a été l'objet de nombreux travaux d'anatomie pathologique qui ont surtout bien mis en évidence les relations de la moelle avec les parois de la poche. Déjà en 1835, Cruveilhier (3) s'exprimait ainsi sur les fissures spinales de la région lombo-sacrée : « La dissection la plus attentive de quatre sujets m'a démontré que chez tous, la moelle avec ses enveloppes allaient se perdre dans l'épaisseur des parois de la tumeur, et que de cette portion de moelle quelquefois saine, d'autrefois atrophiée ou ramollie, et devenue partie constituante de la tumeur, naissaient des nerfs que j'ai trouvés quelquefois plus développés que de coutume. »

Virchow de son côté (*Pathologie des tumeurs,* traduction française 1867, p. 178), décrit de la façon suivante l'origine et le trajet des nerfs qui traversent la poche : « Ils ont tous pour point de départ l'endroit où s'insère la moelle épinière. En

(1) Voy. *Journal de l'Anat.*, n° janv.-févr. 1881.

(2) *Observationes medicæ,* Amsterdam 1652. Tulpius se servit le premier du nom de spina bifida, que J. Geoffroy Saint-Hilaire traduisit plus tard en français par celui de fissure spinale.

(3) *Atlas d'anatomie pathologique* (1829 à 1835) XVIe livraison. — Cons. également Busch, dont le travail se trouve analysé dans le *Bulletin des sciences médicales,* 1829, t. XVIII. « En examinant avec soin, dit-il, on trouve une communication nerveuse entre le centre de la tumeur et la partie inférieure de la moelle vertébrale. »

partant de là, quelques-uns parcourent une courte distance appliqués à la paroi externe de la poche, se recourbent ensuite et reviennent en traversant la cavité vers sa paroi antérieure... Là ils percent suivant deux séries la dure-mère pour former au delà de celle-ci leurs ganglions. »

Dans notre précédent travail, nous avons insisté, pour notre part, sur l'existence dans l'épaisseur des parois de la poche, d'une nappe de substance nerveuse qui prolongeait inférieurement la moelle épinière, et nous avons essayé de montrer que cette portion étalée pouvait donner naissance (comme la moelle proprement dite) à des filets nerveux qui traversaient la poche, pour sortir par les trous de conjugaison ou par les trous sacrés correspondants.

Mais si la disposition de la moelle et des cordons nerveux qui en émanent, est aujourd'hui bien connue, grâce surtout aux travaux de Cruveilhier, de Malgaigne et de Virchow, nous sommes loin d'être fixés entièrement sur la composition des parois de la poche, et surtout sur la façon dont se comportent les enveloppes médullaires à la partie supérieure de la tumeur. Il résulte des descriptions des auteurs que le liquide de la poche peut occuper deux sièges différents : le canal central de la moelle ou les espaces sous-arachnoïdiens, d'où la division classique des fissures spinales accompagnées d'hydrorachis en : 1° Fissures spinales avec hydrorachis externe (hydroméningocèles de Virchow), et 2° fissures spinales avec hydrorachis interne (hydromyélocèles de Virchow). On peut dire que dans chacune de ces formes, les différentes couches qui constituent les parois de la poche adhèrent intimement entre elles (1). C'est ainsi que dans les fissures spinales lombo-sacrées à hydrorachis interne qui sont d'ailleurs fort rares, l'extrémité inférieure de la moelle, distendue en forme de poche, est intimement accolée aux membranes extérieures, sans qu'on puisse découvrir entre celles-ci de cavité arachnoïdienne. Ces cas répond évidemment à des arrêts de développement survenus à une époque posté-

(1) « L'influence mécanique d'une pression prolongée, et surtout l'irritation chronique qui l'accompagne, amènent des modifications profondes de ces membranes, et le plus souvent la peau et les tissus fibreux sous-jacents font corps avec les enveloppes de la moelle herniée » (Follin et Duplay, *Traité élémentaire de pathologie externe*, 1874.)

rieure à la formation du tube médullaire, ou encore comme le pense M. Dareste, à une fermeture de la gouttière médullaire s'opérant plus tard que dans l'évolution normale (1).

Dans les fissures spinales à hydrorachis externe, la membrane fibreuse, qui tapisse intérieurement la poche, représente l'arachnoïde et la dure-mère soudées ensemble. Nous avons, en effet, montré qu'au niveau du bord supérieur de la tumeur, la séreuse arachnoïdienne disparaissait par accolement de ses deux feuillets, et qu'il ne persistait au delà qu'une seule membrane fibreuse résultant de sa fusion interne avec la dure-mère. Quelquefois, comme dans une pièce du musée de la faculté de médecine de Lille (cataloguée PK3), le cul-de-sac inférieur de la séreuse arachnoïdienne est légèrement dilaté et forme une seconde poche annulaire au-dessus de la grande poche de l'hydrorachis. Cette poche accessoire était cloisonnée, dans notre exemple, par des trabécules de plus en plus nombreux jusqu'au point de soudure des feuillets de l'arachnoïde.

La pie-mère continue à envelopper la moelle épinière, et se prolonge dans l'épaisseur des parois de la poche au-dessous de la nappe médullaire, accompagnant, d'autre part, les racines nerveuses qui en émanent. Au pourtour de la moelle ses couches périphériques tassées les unes contre les autres forment un tissu dense, serré, assimilable en certains points à celui de la lame fibreuse interne. Les deux tissus sont du reste en continuité l'un avec l'autre au niveau du point d'insertion de la moelle. La présence d'une couche de tissu fibreux à la surface du cordon médullaire, reconnaît vraisemblablement la même cause que celle qui a amené la formation de la lame fibreuse interne.

Le liquide qui remplit la cavité de la poche est un liquide transparent, incolore ou d'une légère teinte citrine. Dans les les cas d'inflammation chronique des parois, il peut être légèrement visqueux et sanguinolent. Les analyses chimiques qui ont pu être réalisées montrent que ce liquide a tous les caractères de la sérosité céphalo-rachidienne. D'une densité de

(1) « Le tube médullaire conserve alors indéfiniment son état de poche membraneuse remplie de sérosité. » (Voy. Dareste, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 15 déc. 1879.)

1006 à 1007, il possède une réaction neutre ou légèrement alcaline, et contient une petite quantité de phosphates et quelques chlorures.

La sérosité qui occupe la dilation ampullaire du canal central de la moelle, dans les fissures spinales à hydrorachis interne, offrirait de même une composition sensiblement identique à celle du liquide céphalo-rachidien. On a du reste décrit et figuré des orifices faisant communiquer, à l'état normal, les espaces sous-arachnoïdiens avec la cavité du quatrième ventricule, au niveau du bec du calamus scriptorius (foramen de Magendie, espace sous-arachnoïdien inférieur) (1). La rareté des spina bifida à hydrarochis interne, et la difficulté de les différencier sur le vivant, nous explique l'absence presque complète d'analyses chimiques précises.

La poche que nous avons considérée jusqu'à présent comme unique dans l'hydrorachis externe, peut être divisée en deux loges latérales par une cloison médiane qui renferme alors les racines nerveuses. Brewerton, Vrolik, etc., en ont rapporté des exemples, et nous en décrivons nous-mêmes un cas à la fin de ce travail. Enfin on peut rencontrer plusieurs sacs superposés dans la même tumeur.

La surface interne de ces poches est lisse et polie, comme s'il s'agissait d'une membrane séreuse. C'est ce qui explique l'erreur de quelques anatomistes qui ont localisé le liquide dans la séreuse arachnoïdienne. Mais à l'examen histologique, on reconnaît que la membrane interne est uniquement formée de faisceaux lamineux, séparés par une petite quantité de matière amorphe qui constitue à la surface une sorte de membrane limitante. Nous n'avons pu vérifier si cette membrane était tapissée d'une couche endothéliale. Sur de minces lamelles superficielles détachées à l'aide du rasoir, on n'aperçoit, il est vrai, aucun revêtement cellulaire, mais les imprégnations au

(1) Sans vouloir rejeter d'une manière absolue ces orifices, nous nous permettrons cependant de faire observer qu'ils seraient un exemple unique de communication entre une cavité tapissée d'une couche épithéliale nettement définie (quatrième ventricule), et des espaces dépourvus de tout revêtement cellulaire (espaces sous-arachnoïdiens). En tout cas, il resterait à déterminer le point précis où s'arrête l'épithélium de l'épendyme sur les bords des orifices de communication. L'existence de ces orifices admise par la plupart des anatomistes est du reste contestée par MM. Mathias Duval et Bochefontaine (*Soc. de biologie*, 8 mars 1879).

nitrate d'argent, seules décisives en pareil cas, n'ont pu être employées dans nos préparations (1).

La région sacrée est le siège de prédilection des fissures spinales. C'est, si l'on se reporte au développement, la région du corps où la gouttière médullaire se referme en dernier lieu. Cruveilhier avait déjà remarqué que chez l'embryon la moelle descend beaucoup plus bas que chez l'adulte, et en avait conclu que les adhérences entre son extrémité inférieure et la peau au niveau du sacrum, qu'on observe sur les nouveaux-nés atteints de fissure spinale lombo-sacrées, devaient forcément s'être opérées dans le début. « La véritable explication de l'adhérence de la moelle, dit-il, c'est que chez le fœtus dans les premiers mois de la conception, la moelle occupe toute la longueur du canal vertébral. Or, ne suit-il pas de la présence du corps de la moelle dans la tumeur, lors même que la tumeur occupe la région sacro-coccygienne : 1° que cette tumeur s'est formée dans les premiers temps de la conception; 2° qu'à cette même époque ces adhérences se sont établies. » (Cruveilhier, *loc. cit.*)

L'embryon de 8 millimètres que nous avons précédemment décrit, montre qu'en effet, lors de la formation du cylindre médullaire, l'extrémité inférieure de la moelle peut demeurer à l'état de gouttière qui contracte des adhérences ou plutôt reste en continuité avec le feuillet externe et le feuillet moyen.

L'arrêt de développement de la moelle reconnaît lui-même pour cause l'absence de soulèvement des lames dorsales qui se replient, comme on sait, dans l'évolution normale au-dessus du dos de l'embryon, et entraînent dans ce mouvement les bords de la gouttière médullaire dont ils déterminent la fermeture (2). L'étendue de la fissure spinale sera ainsi en rapport avec la portion de gouttière médullaire qui n'aura pas été comprise dans ce soulèvement. La même explication peut s'appliquer aux fissures spinales cervicales et dorsales, dans lesquelles la moelle épinière, après s'être coudée et portée en arrière, s'étale dans

(1) Il ne faut pas oublier que les espaces sous-arachnoïdiens, auxquels nous avons assimilé la poche, sont entièrement dépourvus de revêtement endothélial (Voy. Pouchet et Tourneux, *Précis d'histologie humaine et d'histogénie*, page 338).

(2) « L'écartement partiel ou total des lames vertébrales résulte de l'arrêt de développement des lames dorsales, c'est-à-dire des deux plis du mésoderme qui limitent le sillon médullaire, et qui sont le point de départ du derme, de l'arc vertébral et de la voûte du crâne, des méninges. » (Dareste, *loc. cit.*)

les parois de la poche pour se reconstituer plus bas en cylindre et rentrer dans le canal vertébral (1).

Par suite de cette absence de soulèvement des lames dorsales de l'embryon dans la région lombo-sacrée, les méninges ne pourront se constituer qu'en avant de la gouttière médullaire qui sera, dans la suite, refoulée en arrière par la pression du liquide céphalo-rachidien. Cruveilhier pense que la pression seule de ce liquide suffit pour déterminer la formation de la poche, sans qu'il soit nécessaire d'invoquer une augmentation dans sa production. « Après avoir bien réfléchi aux particularités que présente la dissection des tumeurs lombaires, dit-il, je suis resté convaincu qu'on ne saurait expliquer et la formation de ces tumeurs, et surtout la disposition de la moelle et des nerfs à leur niveau, sans admettre une adhérence antérieure à la cartilaginification des lames qui maintiendrait la moelle hors du canal vertébral, et s'opposerait par conséquent à la formation de ces lames dans la région correspondante. Il y a même plus : je ne crois pas à la nécessité d'une augmentation dans la quantité du liquide céphalo-rachidien pour se rendre compte du spina bifida. L'adhérence une fois établie, le canal osseux étant incomplet, il est tout simple que le liquide céphalo-rachidien se porte dans le point qui lui offre le moins de résistance » (Cruveilhier, *loc. cit.*).

En ce qui concerne la lame fibro-cutanée qu'on trouve chez les nouveaux-nés à la face externe de la nappe médullaire, nous ne pensons pas qu'elle soit déterminée par un soulèvement tardif des lames dorsales, car dans ce cas nous devrions rencontrer, en arrière de la couche nerveuse, une cavité en communication avec le canal médullaire, et tapissée dans toute son étendue d'une couche épithéliale. Cette lame fibro-cutanée nous paraît plutôt résulter d'un chevauchement progressif des tissus qui avoisinent les bords de la nappe médullaire, amenant la production d'une sorte de membrane cicatricielle dépourvue d'involutions glandulaires et pileuses. Le tissu conjonctif, qui accompagne les vaisseaux de la substance nerveuse, peut éga-

(1) D'après Virchow (*Die Betheiligung des Rückenmarkes an der Spina bifida und die Hydromyelie*, in *Virchow's Arch.* T. *XXVII*) on observait presque exclusivement dans les régions cervicale et dorsale des fissures spinales à hydrorachis interne. L'hydrocéphalie rentrerait dans le même groupe.

lement contribuer, en bourgeonnant au dehors, à la formation d'une couche lamineuse que doublerait ensuite extérieurement l'épiderme du fœtus.

Il peut arriver, dans quelques cas, que cette lame fibro-cutanée ne recouvre pas complètement la gouttière médullaire qui se trouve ainsi, sur une certaine portion de son étendue, en contact direct avec l'extérieur. La solution de continuité, lorsqu'elle existe, s'observe au niveau de l'ouverture inférieure du canal central de la moelle, c'est-à-dire au niveau de l'union de la moelle proprement dite avec sa portion étalée. Elle se traduit extérieurement par une dépression en forme d'entonnoir plus ou moins profond, sur laquelle a particulièrement insisté Virchow dans sa *Pathologie des tumeurs*. « La poche saillante dans la région sacrée ou lombaire porte souvent déjà extérieurement un enfoncement qui a parfois la forme d'un entonnoir assez profond. Je trouve déjà cette même particularité nettement représentée dans quelques dessins publiés (Froriep), cependant on ne lui a pas accordé la valeur qu'elle possède, car lorsqu'on ouvre la poche, on voit que l'extrémité de la moelle s'insère précisément en cet endroit. »

Description d'un cas de fissure spinale, avec hydrorachis externe, chez un nouveau-né.

Pendant la publication de notre précédent travail, nous eûmes l'occasion d'observer à Lille une fissure spinale avec hydrorachis de la région lombo-sacrée sur un nouveau-né qui mourut le quatrième jour. L'autopsie, intéressante au point de vue de la continuité des enveloppes médullaires avec les parois de la poche, nous fut refusée par les parents, mais nous pûmes, grâce surtout à l'intervention de M. le professeur Paquet et de M. Lottiaux, médecin de la famille, enlever la tumeur dix heures après la mort, c'est-à-dire dans des conditions essentiellement favorables aux recherches histologiques. C'est l'examen de cette pièce qui fait l'objet de ce nouveau mémoire. Nous ferons précéder la description anatomique des parois de la poche, des quelques renseignements que nous avons pu recueillir.

A. — Observation.

L'enfant, du sexe masculin, portait à la naissance, dans la

région lombo-sacrée, une tumeur molle, fluctuante, séparée par un sillon profond des parties environnantes. Il était en outre affecté d'une imperforation de l'anus, pour laquelle M. le professeur Paquet dut pratiquer une ponction avec le bistouri (1). L'enfant mourut le quatrième jour, après avoir présenté des signes continus de paraplégie, fait du reste en rapport avec l'absence de mouvements signalée par la mère pendant la gestation. C'était le septième enfant d'une famille dont tous les autres membres sont sains et robustes. Le père et la mère ne mentionnent dans leur ascendance aucun cas de malformation semblable.

La tumeur, saillante, mesurait un diamètre transversal de 8 cent. Sa surface cutanée, dans toute la portion répondant au sillon, était lisse et blanchâtre, analogue à celle des parties voisines ; les poils, toutefois, s'arrêtaient brusquement au niveau du sillon, sans empiéter sur les parois de la tumeur. A cette *zone épidermique*, d'une largeur de 2 cent. environ, faisait suite une surface mamelonnée, d'un rouge violacé, laissant suinter un liquide visqueux ; nous désignerons cette portion des enveloppes sous le nom de *zone gangrénée* ou *dégénérée*. Enfin, sur la ligne médiaire, on remarquait un épaississement longitudinal de 1,5 à 2 cent. de large sur 4 à 5 cent. de long.

Nous eûmes soin, en enlevant la tumeur, de comprendre dans l'incision le sillon circulaire, ainsi que d'abraser la gouttière formée par les vertèbres lombaires et sacrées, de façon à détacher les racines médullaires et les ganglions nerveux. La dissection de la tumeur montra l'existence de deux poches latérales, de dimensions à peu près égales, à surface interne lisse et polie, séparées par une cloison longitudinale. Ces deux poches communiquaient supérieurement entre elles, et se prolongeaient sous forme d'une cavité annulaire au pourtour de la moelle. Il nous a été impossible de déterminer, vu le faible tronçon de moelle qui restait adhérent à la tumeur, si cette cavité se continuait avec les espaces sous-arachnoïdiens, ainsi que nous avons pu constater le fait sur d'autres pièces.

Les deux poches renfermaient un liquide jaune citrin, légè-

(1) Comp. Malgaigne : *De la nature et du traitement du spina bifida*, *Journal de chirurgie*, t. III, p. 43. « Souvent il existe d'autres vices de conformation, tels que piedsbots, des déplacements des organes génitaux, etc. »

rement filant, dont nous n'avons malheureusement pas étudié les caractères chimiques ; elles n'étaient traversées par aucune bride filamenteuse.

A la partie supérieure de la tumeur, la moelle épinière se recourbait en arrière, et adhérait aux parois dans l'épaisseur desquelles elle s'étalait en une nappe nerveuse répondant à l'épaississement cutané d'une part, et de l'autre, à la cloison de séparation des deux poches. C'est dans cette cloison que cheminaient les vaisseaux et les racines nerveuses émanées de la portion étalée de la moelle. Après un trajet de 3 à 4 centimètres, ces racines traversaient une membrane fibreuse qui formait comme une sorte de plancher résistant à la tumeur, et allaient sortir par les trous sacrés, après avoir constitué leurs ganglions.

Nous allons maintenant passer en revue chacune de ces parties, et compléter leur description par l'examen histologique.

B. — Structure des parois de la poche.

A. — *Zone épidermique.*

Les coupes pratiquées perpendiculairement à la surface cutanée montrent que les parois de la poche sont constituées, dans toute la région épidermique, par la superposition de deux membranes distinctes, la peau en dehors et une couche fibreuse en dedans, séparées par une couche de tissu cellulaire lâche qu'on peut assimiler au tissu cellulaire sous-cutané. L'épaisseur totale de ces différentes membranes varie de 3 à 4 mill. Elle augmente légèrement au voisinage du sillon, et diminue, au contraire, quand on se rapproche de la zone gangrénée.

1° *Peau.* — L'épiderme possède ses deux couches fondamentales. La couche muqueuse, de beaucoup la plus considérable, mesure environ 125 μ d'épaisseur. Les cellules des premières rangées qui avoisinent le derme, prismatiques ou fusiformes, sont implantées perpendiculairement sur lui. A ces cellules allongées succèdent plusieurs étages de cellules polyédriques, à noyau sphérique, et dont les contours sont hérissés de nombreuses dentelures. Les cellules de la couche cornée sont

transparentes, dépourvues de noyau, et restent incolores dans la solution de carmin. Entre ces deux couches, on trouve une mince zone qui fixe avec énergie la matière colorante, et qui nous paraît répondre à la zone granuleuse, bien que les cellules qui la composent ne soient pas encore chargées de grains d'éléidine, comme chez l'adulte.

Le derme présente un lacis de faisceaux lamineux et de fibres élastiques de plus en plus serré vers la profondeur. Dans les couches superficielles, les faisceaux lamineux diminuent de nombre, et font place à une matière amorphe abondante englobant des cellules et quelques rares fibres élastiques. A la surface même, cette matière amorphe se soulève en élevures papillaires qui pénètrent dans l'épiderme, et qui renferment une anse vasculaire à capillaires dilatés.

Le derme ne contient aucun follicule pileux, mais on y trouve quelques rares glandes sudoripares qui s'enfoncent perpendiculairement dans le tissu lamineux, sans offrir à leur extrémité de pelotonnement caractéristique. A sa partie profonde, il se continue directement avec le tissu cellulaire sous-cutané, sans interposition de pannicule adipeux.

Sillon circulaire. — Au voisinage du sillon, on observe les modifications suivantes : les glandes sudoripares deviennent plus nombreuses, se glomérulisent à leur extrémité, les fibres élastiques sont plus abondantes, les papilles du derme plus nettes et plus accusées. Toutefois les follicules pileux avec leurs glandes sébacées n'apparaissent qu'au delà du sillon.

2° *Tissu cellulaire sous-cutané.* — Le tissu cellulaire sous-cutané qui fait suite au derme se compose, comme ce dernier, d'un feutrage de faisceaux lamineux et de fibres élastiques, avec cette différence que la trame est ici beaucoup plus lâche, et par suite les espaces limités par les faisceaux lamineux plus considérables. La matière amorphe interposée, molle, permet en même temps un glissement plus facile des parties les unes sur les autres.

Le pannicule adipeux sous-cutané s'arrête brusquement au niveau du sillon.

3° *Lame fibreuse interne.* — La membrane qui forme le revêtement interne de la poche mesure à peine un demi-millimètre d'épaisseur. La plupart des auteurs l'ont assimilé à une mem-

brane fibreuse distendue par l'accumulation du liquide céphalo-rachidien. Ses caractères, toutefois, s'écartent légèrement de ceux des membranes nettement fibreuses. Elle est plus molle, plus élastique, et se laisse facilement étirer et même déchirer à la simple traction. Elle se compose principalement de nappes lamineuses parallèles à la surface et anastomosées de distance en distance, offrant ainsi une disposition analogue à celle du tissu feuilleté de la cornée. Le nombre des étages lamineux ainsi superposés est de quinze à vingt en moyenne. Chacun de ces étages renferme en outre un réseau de fines fibres élastiques, onduleuses, qui semblent occuper l'axe même des nappes lamineuses, tandis que dans le tissu cellulaire sous-cutané et dans le derme, le réseau de fibres élastiques dartoïques enveloppe de préférence les faisceaux lamineux. Entre ces étages lamineux on trouve une petite quantité de matière amorphe et des cellules du tissu conjonctif dont la forme rappelle en certains endroits celle des corpuscules de la cornée. C'est à cette matière amorphe débordant les faisceaux lamineux sous forme d'une mince cuticule qu'il faut vraisemblablement rapporter, de même que pour les séreuses (Ch. Robin et Cadiat), l'état poli de la surface interne de la poche.

B. — *Zone gangrénée.*

L'inflammation chronique qui a frappé de dégénérescence toute la partie saillante de la tumeur, ne nous permet pas de donner une description complète des parois de la poche au niveau de cette zone, et d'étudier en particulier les modifications successives de la peau jusqu'à la formation de la lame fibro-cutanée au-dessus de la nappe médullaire. Déjà, sur nos préparations, on peut voir qu'au voisinage de la zone gangrénée les papilles du derme s'effacent, que les glandes sudoripares disparaissent, en même temps que les fibres élastiques diminuent de proportion. Mais bientôt les faisceaux lamineux du derme deviennent granuleux, se mortifient, les contours des cellules épidermiques s'accusent de moins en moins, et l'on se trouve enfin en présence d'un tissu granuleux représentant la peau, et dans lequel il est impossible de distinguer aucun élément. Seuls quelques noyaux épargnés apparaissent de distance en distance, mais ils sont eux-mêmes fortement granuleux et

comme réfractaires à la coloration par le carmin. Le tissu conjonctif sous-cutané participe également, quoique d'une manière moins intense, à cette mortification superficielle. Les faisceaux lamineux, complètement dégénérés, ont fait place à une substance homogène, chargée de nombreuses granulations et qui, contrairement à ce que l'on observe pour les fibres lamineuses à l'état normal, se teint en rouge intense par le carmin. En même temps les cellules du tissu conjonctif comprises dans l'intervalle de ces faisceaux ou accolées à leur surface, se sont considérablement multipliés, et ont donné naissance à de nombreux éléments cellulaires de forme variée, qu'il est assez difficile de reconnaître à première vue pour des variétés d'une même espèce. Ainsi refoulée par le développement de ces amas cellulaires, la substance des cordons lamineux, devenue en quelque sorte plus malléable et comme confluente, s'anastomose aux points de contact, et présente l'aspect d'un réseau granuleux, déchiqueté sur ses bords, qui fixe avec avidité le carmin.

La lame fibreuse interne nous offre sa constitution habituelle de faisceaux ou de nappes lamineuses ayant conservé leurs caractères normaux.

C. — Bourrelet médullaire.

Le bourrelet est assurément la partie la plus intéressante des parois de la tumeur, car c'est dans son épaisseur que vient se perdre la moelle épinière, dont l'arrêt de développement a déterminé la fissure spinale. On peut le considérer comme formé par la superposition, de dehors en dedans, des différentes couches suivantes :

1° Une couche de tissu gangréné ;

2° Une couche de substance nerveuse, prolongement de la moelle épinière (nappe médullaire) ;

3° Une couche de tissu cellulo-vasculaire, analogue à celui de la pie-mère, et qui se prolonge dans la cloison.

1° *Couche gangrénée.* — Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit de cette couche, dont tous les éléments sont dégénérés et par suite méconnaissables. Remarquons toutefois qu'elle est disposée en nappe parfaitement continue, ce qui éloigne toute idée d'ouverture cutanée du canal central de la

moelle, ainsi qu'on l'observe dans quelques cas. Cette couche répond à la lame fibro-cutanée que nous avons décrite dans notre précédent travail.

2° *Couche nerveuse* (nappe médullaire). — Au moment où la moelle épinière, encore cylindrique, pénètre dans le bourrelet, sa configuration diffère déjà notablement de ce qu'elle est à l'intérieur du canal vertébral. Le sillon postérieur est remplacé par une gouttière profonde, dont les faces latérales sont tapissées par des cellules prismatiques, et dont le fond se continue supérieurement avec le canal central. A mesure qu'on pénètre plus avant dans le bourrelet, on voit cette gouttière médullaire s'évaser de plus en plus; en même temps, le sillon antérieur s'élargit lui-même considérablement et finit par acquérir des dimensions égales à celles de la gouttière. Mais tandis que celle-ci, protégée par son revêtement épithélial, n'a contracté aucune adhérence avec la lame gangrénée superficielle qui passe comme un pont au-dessus d'elle, et contribue à délimiter une cavité prismatique en communication avec le canal central, le sillon antérieur continue à être rempli par le tissu de la pie-mère dont les éléments se répandent à droite et à gauche dans la substance nerveuse. Plus loin, les saillies de la moelle elles-mêmes s'affaissent et s'étalent, le revêtement cellulaire de la gouttière se modifie et disparaît, et l'on aboutit enfin à une couche de substance nerveuse intimement accolée à la face interne de la couche superficielle gangrénée, et sur laquelle on peut encore distinguer, le long de la ligne médiane, comme une sorte de commissure plus mince unissant les deux moitiés de la moelle. L'épaisseur de cette nappe médullaire, envisagée sur les parties latérales, mesure en moyenne 1 millimètre; sa largeur varie de 1 centimètre à 1 centimètre 1/2.

La structure intime de la moelle épinière présente également des modifications profondes. Tout d'abord on ne trouve plus sur les préparations, au niveau de la gouttière, la disposition connue d'une masse grise centrale enveloppée d'une couche blanche périphérique. La moelle est entièrement constituée de substance grise, sauf toutefois dans ses deux saillies antérieures, où l'on rencontre vers le sommet quelques tubes nerveux à myéline isolés, rudiments des racines antérieures. Les coupes montrent encore dans chaque moitié latérale de la moelle,

un petit groupe de cinq à six cellules nerveuses volumineuses, qui représentent les cellules motrices des cornes antérieures, mais ces éléments sont eux-mêmes complètement dégénérés. Leur corps cellulaire, fortement granuleux, a revêtu une forme presque globuleuse, tandis que leurs noyaux tendent à devenir vésiculeux; leurs prolongements ont disparu pour la plupart. Dans la nappe médullaire, les cellules diminuent de nombre et se portent sur les parties latérales.

Le restant de la moelle est occupé par une substance finement granuleuse, réticulée par places, et contenant de nombreux éléments dont les uns, sans corps cellulaire apparent, sont reconnaissables par des myélocytes, et dont les autres, volumineux et sphériques, semblent des cellules du tissu conjonctif de nouvelle formation. La plupart de ces derniers éléments ont subi la dégénérescence vésiculeuse.

Les vaisseaux de la substance nerveuse proviennent de la couche cellulo-vasculaire étalée au-dessous de la moelle, et surtout du prolongement que cette couche envoie dans le sillon antérieur considérablement agrandi. Ils sont volumineux, à parois épaissies, et se montrent dans les préparations entièrement gorgés de globules rouges. Ils sont enveloppés d'une couche épaisse de tissu lamineux qu'on isole par la dissociation en même temps que les vaisseaux correspondants. Quelquefois cette couche lamineuse, infiltrée de nombreuses cellules, englobe tout un réseau de vaisseaux capillaires.

Quant aux cellules qui tapissent le fond de la gouttière interposée entre la moelle proprement dite et la nappe médullaire, elles sont en tous points semblables à celles du canal de l'épendyme. Ce sont des éléments allongés en forme de cônes ou de pyramides dont la base répond à la gouttière, et dont le sommet effilé s'engage profondément dans le tissu sous-jacent. Quelques-uns de ces prolongements inférieurs peuvent atteindre en longueur jusqu'à un dixième de millimètre; leur diamètre assez uniforme ne dépasse guère de 1 à 2 μ. Au milieu de ces cellules assez régulièrement coniques, on en trouve d'autres dont le corps cellulaire, renflé en sa partie moyenne, semble se mouler sur l'espace laissé libre entre les cellules précédentes. Nous n'avons pu découvrir de cils vibratiles à la surface libre d'aucun de ces éléments.

A mesure qu'on s'éloigne du fond de la gouttière médullaire pour se porter sur ses faces latérales, la forme générale des cellules se modifie considérablement. Elles diminuent de hauteur, prennent l'aspect d'éléments cubiques, tandis que leurs prolongements inférieurs, qui avaient persisté pendant un certain temps, ne tardent pas eux-mêmes à disparaître. Enfin, sur les bords de la gouttière, on ne retrouve plus trace de revêtement cellulaire et la substance nerveuse se montre en contact direct avec le tissu ambiant. Il est probable, bien que nous n'ayons pu le constater de visu, que des modifications analogues se produisent au voisinage de la terminaison de la gouttière dans la nappe médullaire.

3° *Couche cellulo-vasculaire sous-jacente à la gouttière et à la nappe médullaire.* — L'ensemble des caractères de cette couche nous permet de l'assimiler entièrement à la pie-mère. Elle se compose d'un feutrage de faisceaux lamineux avec de nombreux vaisseaux qui vont se distribuer dans la substance nerveuse, et qui présentent les mêmes modifications inflammatoires que dans celle-ci (1).

Au niveau de la gouttière médullaire, le tissu de la pie-mère quoique en contact immédiat avec celui de la moelle, en reste cependant absolument distinct, sauf toutefois sur les parties latérales où les éléments des deux tissus se mêlent et s'intriquent. On rapprochera ce fait de la description que nous avons donnée d'un embryon humain de 8 millimètres, atteint d'une fissure spinale de la région sacrée, et chez lequel la gouttière médullaire superficielle communiquait sur les côtés d'une part avec l'épiderme et de l'autre avec le feuillet moyen.

La même délimitation s'observe à la partie profonde de la nappe médullaire, tandis que latéralement celle-ci se continue sans transition appréciable avec le tissu lamineux ambiant. La complète dégénérescence de la membrane superficielle ne nous permet pas d'indiquer ses rapports intimes avec la substance nerveuse.

(1) Ces modifications inflammatoires des parois de la poche pourraient être invoquées en faveur de l'opinion de Virchow, qui attribue l'accumulation du liquide céphalo-rachidien à une inflammation chronique des méninges.

C. — CLOISON MÉDIANE. RACINES NERVEUSES. GANGLIONS.

La cloison médiane de séparation des deux poches peut être considérée comme un prolongement de la pie-mère accompagnant les racines nerveuses. Elle répond extérieurement au bourrelet médullaire, tandis que son bord profond repose, ainsi que nous l'avons vu, sur un plancher fibreux qui la sépare de la gouttière vertébrale. Ses faces latérales sont tapissées de part et d'autre par la lame fibreuse interne peu adhérente et qui se laisse facilement détacher.

Les racines nerveuses qui la traversent et dont la longueur mesure la hauteur même de la cloison, sont sillonnées de nombreux vaisseaux qui leur donnent une coloration rougeâtre très prononcée. Si l'on vient à dissocier une de ces racines sous le microscope, on constate des modifications profondes analogues à celles que les auteurs ont signalées dans l'inflammation chronique. Les tubes nerveux n'offrent plus la régularité symétrique de leurs bords. Ils sont chargés de nombreuses bosselures, au niveau desquelles on rencontre des fragments de myéline ramassés en forme de boule. Le restant du tube, rétréci, est occupé en dehors du cylindre d'axe, par une substance finement granuleuse, comme celle qui enveloppe normalement les noyaux sous la gaîne de Schwann. Ceux-ci volumineux et très apparents, se sont considérablement multipliés le long des tubes nerveux. Leur distance moyenne n'est plus que de 70 à 80 μ, tandis qu'à l'état normal elle est environ de 640 μ, pour des tubes nerveux de 8 μ de large, suivant Axel Key et Retzius.

Les ganglions spinaux, au nombre de cinq paires à la face profonde du plancher fibreux, sont constitués de faisceaux nerveux et de cellules ganglionnaires plus ou moins enchevêtrés, mais, de même que pour les tubes nerveux, les noyaux de la capsule des cellules ont subi une prolifération active. Volumineux et tassés les uns contre les autres, ils forment à la surface de la cellule, une couche épaisse mesurant 15 μ d'épaisseur, avec un peu de substance amorphe interposée, sans que nos préparations puissent nous permettre de les individualiser en autant de cellules. De nombreux capillaires

dilatés et gorgés de globules rouges serpentent entre les cellules.

Quand au plancher fibreux profond, absolument distinct de la lame fibreuse interne, dont la sépare sur les côtés une couche de tissu cellulaire lâche qui fait suite à celui de la cloison, il offre assurément beaucoup d'analogie par sa situation et sa constitution propre avec la dure-mère. Il nous paraît, toutefois, impossible de trancher la question dans les conditions actuelles, car nous n'avons pu suivre, sur notre pièce, la continuité des enveloppes médullaires avec les parois de la tumeur, et celles que nous avons précédemment examinées, nous ont toujours montré, au niveau du bord supérieur de la tumeur, la fusion des feuillets de l'arachnoïde et de la dure-mère en une seule lame fibreuse. Peut-être que dans la variété qui nous occupe, cette soudure ne se produit que sur les parties latérales, et que profondément la dure-mère conserve son individualité et ses rapports avec les ganglions nerveux. Ce plancher fibreux allait se perdre latéralement dans les parties profondes de la peau avoisinant la tumeur.

D. — Conclusions.

Les recherches consignées dans ce travail et dans le précédent, peuvent se résumer dans les conclusions suivantes :

1° Les fissures spinales de la région lombo-sacrée, accompagnées d'hydrorachis externe, résultent d'un arrêt de développement des lames dorsales de l'embryon. L'extrémité inférieure de la moelle épinière persiste, par suite, sous forme de gouttière dont l'étendue détermine celle de la fissure spinale ;

2° Cette *nappe médullaire*, primitivement en contact immédiat avec les eaux de l'amnios, se recouvre d'une couche lamineuse et épithéliale dépourvue de glandes et de follicules pileux (*lame fibro-cutanée, superficielle*) ;

3° La lame fibro-cutanée peut présenter à sa partie supérieure une solution de continuité, au niveau de laquelle les éléments de la moelle communiquent avec ceux de l'épiderme ; dans ce cas, le canal central de la moelle vient s'ouvrir librement à l'extérieur ;

4° La tumeur lombo-sacrée est déterminée par la pression du liquide céphalo-rachidien, qui refoule la nappe médullaire en bas et en arrière ; la cavité de la poche n'est qu'une dépendance des espaces sous-arachnoïdiens ;

5° Chez le nouveau-né, on retrouve la nappe médullaire, comme partie constituante des parois de la tumeur. Elle peut donner naissance, de même que le cylindre médullaire normalement développé, à des racines nerveuses qui vont rejoindre les trous de conjugaison ou les trous sacrés correspondants.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XX.

Fig. 10. — Figure schématique représentant la coupe transversale d'un spina bifida de la région lombo-sacrée chez un nouveau-né (au niveau de la gouttière médullaire).

1° Portion saine des parois de la poche ; 2° portion dégénérée ; 3° bourrelet médullaire.

b. Moelle épinière dont se détachent en avant les racines *i, i* dans la cloison médiane ;

f. Ganglions spinaux au niveau du plancher fibreux.

Fig. 11. — Coupe transversale du bourrelet médullaire (au niveau de la gouttière). Le dessin ne représente qu'une moitié latérale de la moelle. (Gr. $\frac{1}{7}$.)

a. Fond de la gouttière médullaire ;

c. Couche superficielle dégénérée (lame fibro-cutanée) ;

si. Sillon antérieur parcouru par de nombreux vaisseaux ;

n. Groupe de cellules nerveuses.

Fig. 12. — Coupe transversale du bourrelet médullaire à un niveau inférieur.

a, c, si, n. Même explication que précédemment. (Gr. $\frac{1}{7}$.)

Fig. 13. — Revêtement épithélial du fond de la gouttière médullaire.

Fig. 14. — Coupe transversale des parois de la poche au niveau de la nappe médullaire. (Gr. $\frac{1}{7}$)

b. Moitié latérale de la nappe médullaire ;

si. Prolongement du sillon antérieur ;

c. Lame superficielle gangrénée ;

n. Groupe de cellules nerveuses.

Fig. 15. — Tubes nerveux pris dans les racines médullaires et montrant la multiplication de leurs noyaux.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DU

MOUVEMENT DES COTES ET DU STERNUM

Par L. CHABRY

Pour étudier dans toute sa généralité le mouvement des arcs thoraciques, il faut considérer les plus mobiles, c'est-à-dire ceux qui flottent librement dans l'épaisseur des parois du thorax sans être articulés au sternum. Ces arcs, qu'on appelle côtes flottantes, n'ont qu'un point fixe, leur extrémité postérieure ou tête, qui est attachée par de courts ligaments au corps d'une vertèbre. Leurs mouvements peuvent se ramener à trois rotations simultanées autour d'axes conventionnels menés de la manière suivante :

Qu'on fasse passer une ligne droite par les deux extrémités sternale et rachidienne d'un arc costal, cette droite est la corde de l'arc; sur le milieu de cette corde élevons une perpendiculaire qui rencontre la côte vers sa partie moyenne, cette perpendiculaire est la flèche de l'arc. La position de la côte est évidemment définie par celle de sa corde et de sa flèche. La corde a deux mouvements possibles, un de haut en bas, autour d'un axe transversal et horizontal, passant par la tête de la côte, c'est l'élévation et l'abaissement; un autre de dedans en dehors, autour d'un axe vertical, c'est l'adduction et l'abduction, mouvements qui sont impossibles pour les côtes sternales. La flèche ne possède qu'un déplacement, la rotation proprement dite, mouvement pendant lequel elle décrit un cercle, tandis que tous les points de la côte décrivent des circonférences ayant pour centres leurs projections verticales sur la corde. Il est facile de voir que la combinaison de ces trois déplacements par élévation, abduction, rotation, épuise la série de tous les mouvements possibles. Mais, bien que ce choix d'axes suffise à tous

les besoins de la description et qu'il permette de donner des explications fort simples des principaux mouvements du thorax, il ne faut pas perdre de vue qu'il est purement conventionnel. Nous verrons ailleurs les objections qu'on peut lui présenter, objections dont la principale est, qu'il porte à regarder les divers mouvements des côtes comme physiologiquement indépendants les uns des autres, alors qu'ils sont au contraire solidaires à un haut degré.

Dans ce qui précède on considère l'arc costal, comprenant la côte et son cartilage, comme un corps de forme géométrique invariable, dont tous les déplacements sont assimilables à ceux d'un arc métallique qui aurait même forme et mêmes connexions. Cette opinion est la plus répandue et, pour citer quelques noms, c'est celle de Magendie, MM. Beau et Maissiat, M. Béclard, M. Colin. Sans doute il est fait mention dans ces auteurs et dans quelques autres de l'élasticité des cartilages, mais seulement d'une élasticité de torsion, dont la mise en jeu, réputée nécessaire pour les mouvements du système, n'affecterait pas périodiquement la forme même de l'arc costal, c'est-à-dire la longueur de sa corde et de sa flèche.

L'élasticité des côtes n'est pas omise, mais elle n'est considérée qu'au point de vue du service qu'elle rend à la solidité du thorax, jamais en tant que permettant une déformation respiratoire périodique de l'arc vertébro-sternal.

Par une opposition plus ou moins explicite à cette manière de voir, quelques auteurs admettent un quatrième mouvement, qui consisterait en un redressement inspiratoire de l'arc costal. Ce redressement, qui a pour effet de diminuer la courbure de cet arc en allongeant la corde qui le sous-tend, aurait, selon Sibson (*Philosophical transactions*, 1846), son lieu d'élection, chez l'homme, dans le cartilage costal et chez les oiseaux et quelques mammifères, dans une articulation située entre la côte et son cartilage. Bérard et Longet font, après Sibson, mention de ce redressement.

Telle est l'idée la plus générale que l'on puisse se faire des mouvements des côtes ; nous consacrons, dans ce qui suit, un alinéa à chacune de ces variétés de mouvements et nous étudions d'une façon plus précise leurs causes, leur mécanisme et leurs effets.

Élévation des côtes. — C'est le mouvement par lequel l'extrémité antérieure d'un arc costal se porte en haut. Les cordes costales étant fort obliques sur le rachis, ce mouvement est accompagné de la projection en avant de leurs extrémités antérieures et par suite du sternum. C'est à cette particularité que l'élévation des côtes doit d'avoir été très anciennement remarquée.

On trouve, en effet, déjà dans Galien, mais surtout dans Haller, de bonnes descriptions du soulèvement du sternum. Il n'a pas échappé à ce dernier auteur que la projection en avant de l'appendice xyphoïde est plus considérable que celle de la poignée, phénomène que Gerdy a peut-être improprement appelé *bascule*, et dont les causes semblent en général être mal comprises.

Pour expliquer le mouvement du sternum on compare souvent le thorax à une échelle articulée. Des barreaux obliques figurent les côtes et par leur redressement modifient l'écartement des deux montants de l'échelle qui sont le rachis et le sternum.

Cette image, empruntée à Borelli, ne peint que fort imparfaitement les mouvements du thorax, car, en réalité, le sternum n'est rien moins que parallèle au rachis, et la coupe antéro-postérieure du thorax représente, non un parallélogramme, mais un quadrilatère irrégulier.

Pour déterminer cette coupe d'une façon plus exacte, menons sur le sternum une série de droites transversales et parallèles passant par les centres des articulations chondro-stermales et faisons passer dans le plan antero-postérieur une ligne qui coupe toutes ces droites en leur milieu. Cette ligne, marquée de sept points d'intersection correspondants aux sept paires de côtes sternales, forme le côté antérieur du quadrilatère à étudier.

De la même manière menons dans l'épaisseur du rachis douze droites transversales, dont chacune joigne le centre d'une articulation costo-vertébrale au centre de l'articulation homologue du côté opposé, et faisons passer dans le plan médian une ligne qui coupe toutes ces droites en leur milieu. Cette ligne, qui est légèrement brisée à cause de la concavité du rachis, portera douze points d'intersection dont nous pou-

vons joindre les sept premiers aux points correspondants de la ligne sternale (fig. 1).

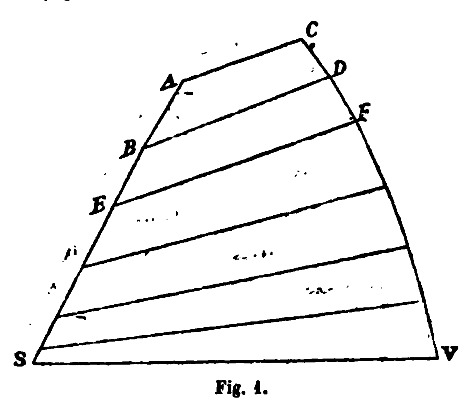


Fig. 1.

On obtient ainsi une figure qui représente une suite de quadrilatères superposés au nombre de six pour les sept premières paires d'arcs costaux, et c'est cette figure dont nous allons étudier les mouvements. Il conviendrait d'examiner d'abord le jeu d'un de ces quadrilatères isolés, mais comme cette recherche purement géométrique interromprait le sujet, je la renvoie à une note, me contentant d'en exposer ici les résultats.

Il était intéressant de connaître d'abord la cause des projections inégales en avant des deux extrémités supérieure et inférieure du sternum. Or, cette cause réside uniquement, pour un quadrilatère articulé, dans le non parallélisme des deux tiges C'D' et CD, qui commandent la portion considérée comme sternum (fig. 7). Ces deux tiges sont-elles parallèles? Le déplacement du sternum s'effectue parallèlement à lui-même, quelles que soient les longueurs C'D' et CD. Les deux tiges convergent-elles en arrière du rachis? La projection de l'extrémité inférieure sera plus considérable que celle de l'extrémité supérieure, lors même que le bras supérieur CD serait plus long que le bras inférieur C'D'. Le contraire à lieu si les deux tiges convergent en avant du sternum, quelles que soient encore les longueurs C'D' et CD.

Les arcs parcourus par les extrémités antérieures des deux tiges sont proportionnels aux distances de ces extrémités au point d'intersection des tiges prolongées.

Il est facile de contrôler ces propositions en construisant,

avec des bandes de carton étroites et des épingles, différents quadrilatères articulés. Deux épingles enfoncées dans la table fixent la pièce rachidienne, deux autres tracent sur un papier quadrillé les mouvements des extrémités du sternum qu'il devient facile de comparer.

Ces résultats sont en contradiction avec diverses propositions soutenues sur les mouvements du sternum.

Ainsi M. Béclard dit : « Si les côtes avaient toutes la même « longueur, il est évident que le mouvement du sternum se « ferait d'une manière uniforme. Mais les côtes qui se fixent à « l'extrémité inférieure du sternum ayant plus de longueur « que les supérieures, décrivent au moment de leur élévation « (pour une même quantité de mouvement dans les articula- « tions costo-vertébrales), un arc plus étendu que les côtes « supérieures, et tendent, par conséquent, à augmenter da- « vantage le diamètre antéro-postérieur dans la région de la « poitrine à laquelle elles correspondent. » (*Cours de physiologie*, 6e édition, p. 330.) — Cela serait vrai s'il y avait une même quantité de mouvement, c'est-à-dire un même déplacement angulaire dans les diverses articulations costo-vertébrales; mais l'angle parcouru est, si on compare le thorax à un quadrilatère articulé, d'autant plus petit que l'on s'adresse à une côte plus longue et inférieure.

Gerdy disait : « L'élévation absolue des côtes est la même « pour toutes, parce qu'elles sont toutes reliées par le ster- « num, mais l'élévation relative est moindre pour les plus « longues. » (*Archives générales de médecine*, 1835, t. VII.)

La seconde de ces propositions peut être vraie, car élévation relative signifie mouvement angulaire dans l'articulation costo-vertébrale, mais la première est à l'encontre du raisonnement comme de l'expérience.

Dans tout ce qui précède, nous ne considérons que le mouvement d'un seul quadrilatère articulé; voyons ce qui arrive dans le mouvement simultané de plusieurs quadrilatères superposés.

Représentons-nous d'abord un sternum articulé à chaque sternèbre, c'est-à-dire en A, B, E (fig. 1). Beaucoup de mammifères, les carnassiers, par exemple, présentent cette conformation. On voit de suite que si une côte s'élève elle entraîne

avec elle le mouvement de la côte suivante, tandis que la sternèbre interposée se projette en avant suivant les lois du quadrilatère articulé. La seconde côte agit de même sur la troisième et ainsi des autres. Chaque quadrilatère suit dans son mouvement des lois propres, bien que par leur connexité le mouvement d'un seul entraîne celui de tous les autres; quand aux sternèbres, elles jouent librement les unes sur les autres.

Qu'adviendra-t-il si, au lieu d'un sternum articulé, nous supposons un sternum inarticulé, comme est celui des oiseaux? Il arrive que la solidarité plus intime des quadrilatères articulés *rend tout mouvement impossible.* J'excepte, bien entendu, le cas où sternum et rachis seraient parallèles et les côtes de même longueur, cas qui n'est pas réalisé dans la nature. L'impossibilité du mouvement d'un sternum rigide peut se vérifier aisément en construisant des figures mobiles avec des bandes de carton. Il suffit de trois côtes de longueur inégale pour que toute mobilité soit suspendue. Pour la démonstration mathématique, je renvoie encore à la note citée.

Cependant, en réalité, les sternum composés d'une seule pièce ne sont pas rares et ne présentent pas moins de mobilité que les sternum articulés. Mais il existe alors une disposition compensatrice sur laquelle Sibson a le premier attiré l'attention, bien qu'il n'ait pas aperçu la relation étroite qu'elle présente avec la rigidité du sternum.

Si nous observons les arcs costaux d'un oiseau, nous voyons chacun d'eux composé de deux pièces osseuses qui correspondent morphologiquement à la côte et à son cartilage. Ces deux pièces sont articulées de manière à pouvoir jouer l'une sur l'autre comme les branches d'un compas. Pendant l'inspiration ce compas s'ouvre, ses deux pointes fixées l'une au rachis l'autre au sternum s'écartent et il en résulte l'agrandissement du diamètre antéro-postérieur du thorax. L'augmentation et la diminution alternative de la courbure des arcs costaux sont la caractéristique de ce mode respiratoire; elles sont en relation avec la rigidité du sternum.

Nous sommes donc en présence de deux sortes de sternum: les uns formés de plusieurs articles et fixés à des côtes rigides, les autres inflexibles, mais rattachés à des arcs costaux formés de deux pièces articulées. Entre ces deux extrêmes il existe des

intermédiaires. Ainsi on trouve chez l'âne, avec un sternum articulé mais peu flexible, des cartilages costaux réunis aux côtes par des gynglimes (Sibson). D'autre fois le sternum est formé d'une seule pièce, mais la longueur et l'élasticité des cartilages costaux suppléent à l'absence d'articulation mobile avec les côtes. Chez l'homme deux dispositions sont réunies : la première sternèbre ou poignée du sternum obéit surtout aux premières côtes, car elle s'unit à la lame par une trochlée ou un cartilage flexible ; la lame, au contraire, formée par la coalescence des autres sternèbres, donne appui à six paires de côtes terminées par des cartilages plus ou moins flexibles. Peut-ont déterminer *a priori* les conditions du mouvement de cet appareil? Pour la poignée cela semble possible, car la flexibilité des cartilages gros et courts des deux premières côtes est certainement fort restreinte, d'autre part la poignée est relativement libre, elle doit donc suivre les lois du quadrilatère articulé. Or, les cordes des deux premiers arcs sont parallèles ou ne convergent que peu en avant ou en arrière, le mouvement de la poignée sera donc sensiblement parallèle à ellemême. Mais on ne peut former sur les mouvements de la lame aucune prévision semblable. Nous avons dit, en effet, que la longueur des cordes costales doit forcément varier lorsque plus de deux arcs s'articulent au sternum, ici nous en avons six et rien ne permet de prévoir le sens de ces variations. Bien plus, si nous représentons la coupe du thorax construite d'après les règles que nous avons indiquées plus haut, nous arrivons à un résultat singulièrement contradictoire. J'ai mesuré plusieurs squelettes des collections du musée d'anthropologie et la figure 1 donne une idée de la moyenne des résultats. C'est la coupe idéale d'un thorax représenté en grandeur proportionnelle; AC, BD sont les cordes costales, AS est l'axe du sternum, CV l'axe du rachis. Ce qui frappe tout d'abord, c'est que les cordes des six côtes qui s'articulent avec la lame convergent toutes en avant; cette disposition ne manque sur aucun thorax. Si on considérait le mouvement du sternum comme commandé par deux quelconques de ces côtes, supposées inflexibles, il résulterait de cette disposition et de ce que nous savons des mouvements des quadrilatères que l'extrémité supérieure de la lame se projetterait en avant plus que l'inférieure ; or, c'est précisément le

contraire qu'on observe; la conclusion nécessaire est que le déplacement du sternum n'est pas comparable à celui d'un quadrilatère articulé.

Cette question des projections du sternum est, on le voit, beaucoup plus complexe qu'on ne l'a cru. Toute la simplicité apparente des explications s'évanouit devant l'impossibilité de construire un appareil schématique formé de leviers rigides, qui reproduise les mouvements du sternum en en respectant les proportions. Pour résoudre ce problème, j'ai été amené à étudier expérimentalement à nouveau les projections du sternum. Mais il nous faut d'abord définir ce qu'il convient d'entendre par la *bascule du sternum*. Reportons-nous à la figure 2, qui représente un sternum dans deux positions successives AB et *ab*. On peut considérer le déplacement de cet os comme une simple rotation de la droite AC autour de C comme centre, suivi d'un glissement qui porterait le sternum de A'B' en *ab*. Nous négligerons le glissement pour ne considérer que le changement de direction de l'axe sternal, et nous appellerons bascule la rotation de la droite AC; angle de la bascule, l'angle ACA'. Dans la figure, le centre de la bascule est situé au-dessous du sternum, et le point B plus rapproché du centre de bascule se projette moins en avant que le point A plus éloigné; nous appellerons ce mouvement : la bascule négative. Si, au contraire, le mouvement du sternum était tel que son extrémité

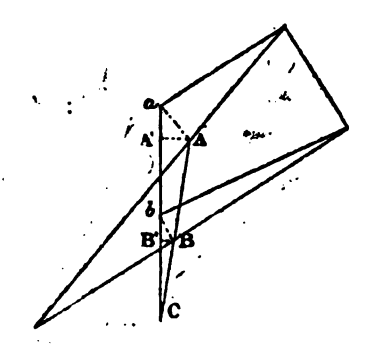


Fig. 1.

supérieure se projetât plus en avant que l'inférieure, le centre de la bascule serait alors au-dessus du milieu du sternum et la bascule serait dite positive.

Les physiologistes semblent d'accord pour ne concéder au sternum de l'homme pendant l'inspiration que la bascule positive; les expériences que nous allons rapporter démontrent que le sternum possède les deux genres de bascule et que chacun d'eux correspond à un mode respiratoire spécial. Pour explorer les changements de direction de l'axe du sternum, le sujet étant couché horizontalement on dispose au-dessus de l'os un compas à trois branches; deux des branches s'appuient sur les extrémités du sternum, la troisième est dirigée horizontalement. Les trois branches sont dans le plan médian du corps. On conçoit que tout déplacement parallèle du sternum imprimera un déplacement parallèle à la branche horizontale du compas; que toute bascule positive lui communiquera une bascule positive et inversement, bien que les angles des bascules puissent ne pas avoir la même valeur. Pour explorer le mouvement de la branche horizontale on peut procéder de diverses manières; j'opérais dans une chambre obscure et à l'aide d'une lumière je projetai l'ombre du compas sur un écran. On peut ainsi singulièrement agrandir la grandeur des déplacements; voici ce qu'on observe. Une inspiration thoracique ordinaire entraîne toujours une forte bascule positive. Une inspiration forte, *l'inspiration du soupir*, commence toujours par une bascule négative; si on poursuit le mouvement inspiratoire, le sternum redevient peu à peu parallèle à sa direction primitive et finalement s'arrête en bascule positive. Ces phénomènes, qu'on peut varier de différentes manières, reçoivent l'explication suivante. L'élévation des côtes supérieures est, *dans une certaine mesure*, indépendante de l'élévation des côtes inférieures. Dans la respiration ordinaire, il y a une forte élévation des côtes inférieures, tandis que les supérieures se meuvent peu, d'où un soulèvement plus considérable de l'extrémité inférieure du sternum. Dans le soupir, le mouvement inspiratoire commence toujours par les côtes supérieures, aussi est-ce l'extrémité supérieure du sternum qui se soulève la première; si on arrête l'inspiration à ce premier temps et qu'on abandonne le thorax à l'expiration naturelle, on a parcouru un cycle respiratoire complet à bascule négative. On acquiert, en répétant cet exercice, un mode respiratoire entièrement différent du mode ordinaire; le sternum se soulève

alors comme celui d'une femme et la différence est visible sans le secours d'aucun appareil.

MM. Beau et Maissiat ont caractérisé le type respiratoire féminin en l'appelant costo-supérieur, par opposition au type masculin qu'ils nomment costo-inférieur; étendant ces dénominations, on peut dire que l'homme possède deux types respiratoires, l'un costo-supérieur inusité, dans lequel la bascule sternale est négative, l'autre costo-inférieur, dans lequel la bascule est positive. L'inspiration du soupir chez l'homme comprend deux temps : 1° une inspiration costo-supérieure; 2° une inspiration costo-inférieure; le résultat final, quand à la direction du sternum, est une bascule positive légère.

L'existence de la respiration costo-supérieure comme type habituel, sinon normal, de la respiration chez l'homme, a été notée chez certains vieillards. MM. Hourman et Dechambre ont rapporté l'observation de plusieurs pensionnaires de la Salpétrière chez lesquels l'extrémité inférieure du sternum se projetait en avant, pendant l'inspiration, d'une quantité moindre que l'extrémité supérieure. Ce phénomène est en contradiction complète avec les données ordinaires de la physiologie des mouvements du thorax.

Il nous reste à construire un appareil qui puisse reproduire aisément tous ces mouvements. Cet appareil est représenté figure 3. Les arcs costaux sont formés de deux tiges, la postérieure EG est rigide et représente en grandeur la corde costale, l'antérieure AE est flexible et possède la longueur du cartilage, toutes les autres pièces ont également des grandeurs proportionnelles. La longueur des tiges flexibles va croissant de haut en bas, elles sont fixées d'une façon invariable aux côtes et articulées avec le sternum. Je n'analyserai pas les conditions mécaniques de cet appareil; il me suffira de dire que lorsqu'on abaisse et soulève alternativement la tige GT on voit le sternum se soulever en subissant la bascule positive; au contraire, si on agit sur la tige EG, on voit le sternum se soulever en subissant la bascule négative. Toutes les pièces de cet appareil sont situées dans un même plan, mais si nous supposons que les arcs SGT, etc., s'écartent du plan de la figure, le mouvement n'en sera pas altéré et nous aurons alors un appareil très analogue au thorax et fonctionnant comme lui.

L'élasticité des côtes a donc pour conséquence, chez l'homme, de permettre l'indépendance, au moins partielle, de l'élévation

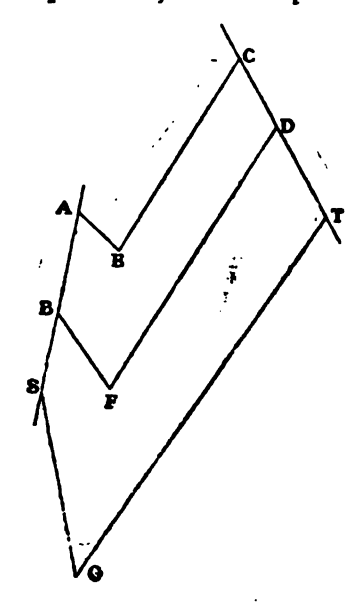


Fig. 3.

des premières et des dernières côtes, et par là d'assurer au thorax deux types respiratoires, l'un costal-supérieur, l'autre costal-inférieur.

Mouvements propres des cartilages costaux. — Si on suivait l'ordre chronologique des découvertes, l'étude de ce mouvement viendrait en dernier lieu. L'élévation des côtes a été connue des premiers observateurs ; Borelli a observé la rotation de ces organes; l'abduction des côtes inférieures a été remarquée à diverses reprises et notamment par Sabatier, mais il faut venir à ce siècle pour trouver dans les remarquables travaux de Sibson une notion précise du mouvement propre des cartilages costaux. Sibson se fonde, pour établir l'existence de ce mouvement, uniquement sur des raisons tirées de la physiologie comparée.

Il montre que chez les oiseaux la pièce osseuse, homologue du cartilage, joue sur la côte à la manière d'une branche de compas et que chez quelques mammifères il existe, entre la côte et son cartilage, une articulation analogue. Chez les autres

mammifères, l'élasticité des cartilages constituerait une disposition équivalente à une véritable articulation.

Pour Sibson, les cartilages se redressent à chaque inspiration ; ils fléchissent au contraire sur les côtes à chaque expiration.

Il est facile de mesurer isolément l'étendue de ces mouvements de redressement et de flexion. Qu'on mène le diamètre sterno-rachidien correspondant à la sixième paire de côtes; cette ligne, qui se dirige obliquement en haut et en arrière, rencontre sur son prolongement le sommet de l'apophyse épineuse de la quatrième vertèbre dorsale. Si nous mesurons ce diamètre, avec un compas d'épaisseur, à la fin de l'inspiration et après l'expiration, les différences que nous constaterons ne seront attribuables qu'au jeu des cartilages de la sixième paire. En effet, le diamètre antéro-postérieur du thorax, mesuré suivant la longueur même de la côte, ne peut varier par le mouvement angulaire de celle-ci.

Or, contrairement à l'attente, on ne constate dans ces mesures, chez l'homme, qu'une très faible augmentation de ce diamètre oblique en bas et en avant. Il faut en conclure nécessairement qu'à l'état normal le mouvement propre des cartilages costaux, signalé par Sibson, est négligeable. Mais il existe souvent, à titre d'anomalie, un mouvement en sens inverse. J'ai observé un homme d'une vingtaine d'années qui avait le type respiratoire abdominal et chez lequel le sternum, à chaque inspiration, se déprimait d'un centimètre environ. Ce mouvement extraordinaire ne peut s'expliquer que par la flexion des cartilages costaux, incapables de soutenir le sternum contre la diminution de la pression interne qui accompagne l'inspiration.

Le même phénomène, c'est-à-dire la dépression inspiratoire de l'extrémité inférieure du sternum, s'observe chaque fois qu'un obstacle est apporté à l'accès de l'air dans les voies respiratoires. Il constitue le *tirage* du croup et on le reproduit aisément en faisant un effort inspiratoire, la glotte fermée. Les côtes s'élèvent, les diamètres transversaux sont augmentés, et cependant, le sternum se porte en arrière. Dans ce cas encore, il y a flexion évidente des cartilages costaux.

Il reste à dire un mot sur la torsion des cartilages. La tor-

sion des cartilages suivant leur axe a été signalée à plusieurs reprises, mais ce mouvement offre un caractère purement théorique, car nous n'avons aucune donnée sur le mouvement de même sens que peut permettre l'articulation chondro-sternale. Nous supposerons un cartilage horizontal et transversal comme celui de la troisième côte, et nous examinerons successivement les angles de rotation de ses extrémités interne et externe; la différence constitue évidemment la torsion. L'extrémité externe est entraînée avec la côte et son diamètre AB (fig. 5), prend, après l'inspiration, une situation A'B', que l'on peut considérer comme le résultat d'un transport parallèle plus une rotation A'OT, en menant OT parallèle à AO. Mais l'angle A'OT égale l'angle A'CA, puisqu'ils ont leurs côtés parallèles, la rotation de l'extrémité externe du cartilage est donc égale à l'élévation de la côte.

Considérons à présent l'extrémité interne (fig. 4) et suppo-

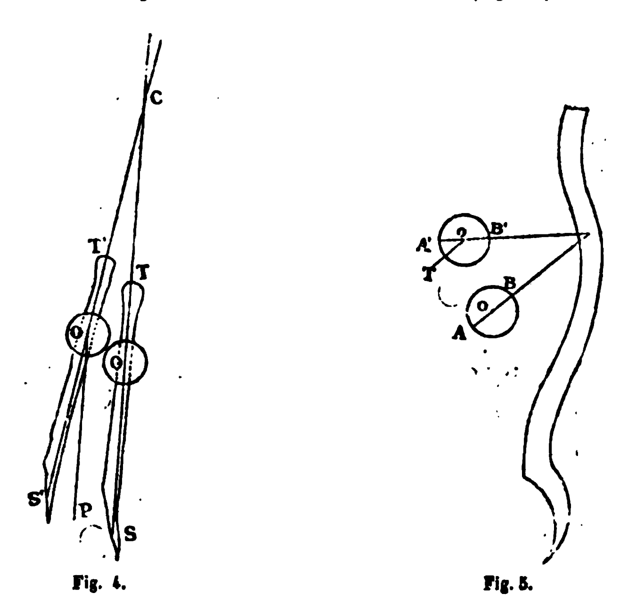


Fig. 4. Fig. 5.

sons-la adhérente au sternum; celui-ci, après l'inspiration, prendra une position telle que le diamètre ST du cartilage sera transporté en S'T'. On peut considérer ce transport comme un déplacement parallèle, plus une rotation S'O'P en menant OP parallèle à OS. Mais l'angle S'O'P égale l'angle SCS' comme

ayant des côtés parallèles, et cet angle constitue ce que nous avons appelé la bascule du sternum; il en résulte que la rotation de l'extrémité interne du cartilage égale la bascule du sternum. Tels sont les éléments dont la différence constitue la torsion des cartilages, mais on ne peut savoir si ce mouvement se passe dans l'articulation chondro-sternale sous forme de simple rotation ou s'il entraîne la torsion effective des cartilages. Nous avons supposé un cartilage horizontal; dans le cas d'un cartilage oblique, le même mécanisme tendrait, non à produire une torsion suivant l'axe, mais à enrouler le cartilage sous forme de spire; l'expérience n'a encore fait constater rien de semblable.

Rotation de l'arc costal. — Ce mouvement a pour axe la corde de l'arc costal. Chaque point de la côte décrit une circonférence qui a pour centre un point de la corde et le plan entier de la côte tourne autour de cette droite.

La rotation des côtes est intéressante à considérer au double point de vue de son mécanisme et de ses effets, mais il importe, pour les apprécier convenablement, de rappeler quelques particularités anatomiques de la forme des arcs costaux. Chaque côte et chaque cartilage présentent, comme on sait, deux courbures, l'une suivant les faces, l'autre suivant les bords; l'arc costal, considéré dans son ensemble, présente une nouvelle courbure selon les bords résultant de ce que la côte se réunit obliquement avec son cartilage. Cette réunion pour les dernières vraies côtes se fait par un véritable coude très voisin de l'angle droit. Si on examine dans une galerie d'anatomie les thorax de différents animaux, on reconnaîtra que chez plusieurs les côtes osseuses ne présentent pas les variations de courbure suivant les bords qui distinguent les côtes moyennes de l'homme, mais toujours chez les mammifères il existe un changement de direction entre la côte et son cartilage, et ce changement se fait d'une façon brusque sous un angle voisin de quatre-vingt-dix degrés. C'est cette forme brisée de l'arc costal qu'il importe de ne pas perdre de vue pour expliquer les particularités de l'agrandissement transverse du thorax.

En effet, la projection en dehors de chaque point de l'arc costal varie, pour une même rotation : 1° avec la distance du point considéré à la corde, 2° avec l'obliquité de la perpendi-

culaire qui joint ce point à la corde. On s'en rendra facilement compte en considérant une aiguille sur un cadran : si l'aiguille décrit un arc donné, la projection en dehors de son extrémité sera d'autant plus considérable que l'aiguille sera plus longue et que se position primitive était plus rapprochée de la verticale. Il est vrai que l'axe autour duquel s'effectue la rotation de la côte n'est pas horizontal comme celui d'un cadran, mais incliné obliquement en bas et en avant ; cela ne change rien au résultat, car les projections en dehors sont précisément les mêmes dans les deux cas.

Si nous revenons aux arcs costaux, il est facile de se convaincre que pour les premières paires, les points de l'arc les plus éloignés de la corde sont ceux qui correspondent aux parties latérales du thorax ; l'augmentation du diamètre transverse aura donc son maximum au niveau de la plus grande largeur du thorax. Il en est tout autrement si on considère les dernières paires d'arcs formés par les vraies côtes. Pour ceux-ci, la perpendiculaire abaissée de l'extrémité antérieure de la côte sur la corde de l'arc, est à la fois plus longue et plus rapprochée de la verticale que la perpendiculaire abaissée de la portion moyenne de la côte sur la même corde. Pour cette double raison, ce n'est pas sur les parties latérales du thorax, mais plus en avant, au niveau de l'extrémité antérieure de la côte, que l'on observera la plus grande augmentation du diamètre transverse.

En effet, appliquant les deux pointes d'un compas aux extrémités du plus grand diamètre thoracique transversal qu'on puisse faire passer par le septième arc, je trouve, pour la variation maximum de ce diamètre, quatre centimètres. Les deux pointes appliquées plus en avant, sur le même arc, à peu près au niveau de la symphyse chondro-costale, alors qu'elles mesurent un écartement bien moindre, subissent cependant des variations de distance de cinq centimètres et plus.

Ce phénomène n'a été noté, d'une façon exacte, par aucun observateur. Bordenave a remarqué, il est vrai, la plus grande étendue des mouvements au niveau des cartilages, mais il avait surtout en vue le mouvement d'élévation et de redressement des cartilages, sur lequel Sibson a insisté plus tard.

En résumé, si on traçait sur la poitrine une ligne qui coupât

chaque arc thoracique au point de sa dilatation transverse maximum, cette ligne partirait du milieu de la première côte et se dirigerait obliquement en bas et en avant pour aboutir à l'extrémité antérieure de la septième côte.

Abduction des côtes. — Au delà de la septième côte il n'y a plus de rotation du plan des arcs costaux ; en effet, la condition première de ce mouvement est la parfaite mobilité des articulations qui occupent les deux extrémités de l'arc. Or, les cartilages des huitième, neuvième et dixième paire sont plus ou moins soudés entre eux et ne peuvent subir que des déplacements d'ensemble. En réalité, l'extrémité antérieure de ces arcs se porte à la fois en haut, en avant et en dehors. Le déplacement en dehors constitue l'abduction ; celle-ci s'effectue autour d'un axe vertical et n'est possible que pour les côtes asternales. Bien que ce mouvement soit pour ces côtes de toute évidence, cependant il n'a été décrit que par de rares observateurs.

« Dans une vue de profil du thorax, dit Bérard (*Traité de* « *physiologie*, t. II), on remarque que la saillie des apophyses « épineuses est presque totalement masquée par la courbure « des côtes, alors qu'elles sont entraînées dans un mouvement « respiratoire exagéré. J'attribue ce mouvement à un petit « renversement de la côte en arrière alors qu'elle se porte en « dehors, mouvement naturellement plus facile dans les côtes « qui ne sont pas fortement attachées par leur cartilage au « sternum ; voilà pourquoi la grande échancrure de la base de « la poitrine s'élargit pendant l'inspiration. »

M. Sappey a également décrit ce mouvement, mais la plupart des physiologistes n'en font pas mention.

Cependant M. Colin écrit : « Un certain nombre de côtes, à « partir de la région postérieure du thorax jusqu'à son extrémité « postérieure, éprouvent un troisième mouvement qui les élève « et tend à les rapprocher de la direction horizontale. » (*Physiologie comparée des animaux domestiques*, t. II.)

Si on considère que chez les quadrupèdes le rachis est horizontal, on reconnaît que ce troisième mouvement n'est autre que l'abduction telle que nous l'avons définie. L'abduction, comme nous l'avons dit, remplace à la partie inférieure du thorax le mouvement de rotation qui ne peut exister pour les

côtes asternales. Elle a pour effet d'éloigner de la ligne médiane du corps les extrémités antérieures des dernières côtes et par conséquent d'ouvrir, selon la remarque de Bérard, ce V cartilagineux dont les deux branches, parties en divergeant de l'extrémité inférieure du sternum, forment la grande échancrure de la base du thorax. Voici un exemple des variations de ce V cartilagineux. Je mesure son diamètre transversal au niveau de l'extrémité antérieure du dixième arc, que l'on sent facilement à travers la peau d'un sujet peu chargé de graisse. Ce diamètre ne subit pas de variations pendant la respiration abdominale et mesure 20 centimètres. Après une inspiration thoracique forcée, il atteint 22 centimètres. Mais 20 centimètres ne sont pas le degré minimum d'écartement de cet appareil, c'est seulement son état normal, celui auquel il est ramené par l'élasticité naturelle des parties. Après une expiration forcée, le même diamètre ne mesure que 17 centimètres. Sa variation totale est donc de 5 centimètres.

Au niveau de la neuvième côte, on trouve les chiffres suivants : écartement naturel, $16^{cm},5$; après une inspiration forcée, 18 centimètres; après une expiration forcée, 14 centimètres. La variation totale n'est ici que de 4 centimètres. On voit que l'étendue du mouvement d'abduction va en augmentant de la huitième côte aux suivantes.

Pour le rappeler en passant, les dimensions naturelles du thorax, contrairement à celles des poumons, ne correspondent pas plus à l'inspiration qu'à l'expiration forcée, mais à un état intermédiaire entre ces extrêmes. Il résulte de cette particularité deux modes possibles de respiration. Le premier début par un agrandissement actif du thorax qui revient passivement, par sa seule élasticité, à son diamètre primitif; c'est la respiration ordinaire ou naturelle.

Le second mode, au contraire, commence par une contraction active du thorax lequel revient ensuite passivement à sa capacité primitive, c'est là, chez l'homme, une respiration voulue, qu'on ne peut soutenir longtemps sans fatigue ; pour les oiseaux c'est, au contraire, le mouvement respiratoire naturel. Les recherches de M. Grehant ont établi que ce second mode entraîne, pour notre espèce, une ventilation pulmonaire et une hématose moins complètes. On y a cependant

recours dans certains cas et, par exemple, pour entretenir la respiration artificielle. C'est ainsi que dans les laboratoires on ramène à la vie les animaux (les chiens surtout) chez lesquels la respiration s'est suspendue à la suite d'inhalation de chloroforme.

Ces faits ne manquent pas d'intérêt, ils établissent en effet que le thorax a, comme le poumon, une capacité naturelle, et, de plus, que les forces élastiques qui tendent à le ramener à son volume naturel dès qu'il s'en est écarté, sont beaucoup plus considérables que les forces de même nature qui agissent dans le parenchyme pulmonaire. En effet, après l'expiration forcée le thorax se dilate spontanément, sans effort musculaire et malgré le vide potentiel des plèvres. Ce fait porte tout naturellement à penser, qu'après l'inspiration, le thorax tend également à revenir sur lui-même, et la retractilité pulmonaire qui joue le premier rôle dans la respiration diaphragmatique, pourrait bien n'avoir qu'un rang secondaire dans la respiration thoracique. Ici, en effet, nous avons pour expliquer l'expiration la tonicité de muscles nombreux et puissants, dont les longueurs et les attaches relatives règlent d'une façon invariable la capacité et la forme du thorax. La retractilité pulmonaire, qui peut vaincre aisément la tonicité du diaphragme, devient peu de chose comparée à la tonicité des muscles qui enveloppent et fixent en tous sens la cage respiratoire.

Si nous revenons à l'abduction des côtes et à l'échancrure à bords cartilagineux qui termine en bas et en avant la paroi thoracique, on peut en résumer ainsi le mécanisme. A chaque inspiration, les deux branches de l'échancrure se portent en haut par le même mouvement que le sternum auquel elles font suite, elles se projettent en avant par le relèvement des dernières côtes et s'écartent par l'effet de l'abduction.

Axe naturel de rotation des côtes. — Il n'existe pas de muscles spéciaux destinés, les uns à produire l'élévation, les autres l'abduction ou la rotation du plan des côtes. Ces trois mouvements s'accompagnent, non en vertu d'une simple synergie musculaire, mais parce qu'ils relèvent de conditions anatomiques qui les rendent simultanés et dans une certaine mesure proportionnels les uns aux autres. Bien qu'il soit possible par l'exercice de faire prédominer certains d'entre eux, comme

nous l'avons vu à propos des projections du sternum, cependant on ne peut les isoler complètement par aucun artifice. En effet, si on immobilise entre deux attèles les deux côtés du thorax, de manière à empêcher sa dilatation transversale, l'élévation des côtes et la projection du sternum qui ne semblent en rien entravées, deviennent cependant impossibles. Une solidarité de même genre existe entre les moitiés supérieure et inférieure du thorax. Ainsi, le diamètre transverse au niveau de la septième côte mesure dans un cas donné, après une inspiration forcée, 30 centimètres; mais si on immobilise, à l'aide d'une ceinture, les mouvements d'expansion des premières côtes, le même diamètre n'atteint plus que 28 centimètres. L'obstacle apporté au jeu de la région supérieure retentit donc sur la région inférieure et inversement, comme le démontre une expérience analogue.

Ces essais ne permettent pas d'affirmer que la solidarité des divers mouvements soit absolue, mais ils montrent qu'elle est considérable. Cette dépendance, pour ce qui est de l'élévation des côtes entre les parties supérieure et inférieure du thorax, comme entre ses moitiés droite et gauche, trouve son explication naturelle dans la présence du sternum, et nous nous sommes déjà expliqués à ce sujet; mais le lien qui unit les variations des diamètres transverses aux variations des diamètres antéro-postérieurs, c'est-à-dire la rotation à l'élévation des côtes, apparaît moins aisément. Pour bien le saisir il faut revenir sur diverses particularités anatomiques. La côte est primitivement une flèche osseuse bifurquée en arrière, la branche antérieure de bifurcation ou tête se porte vers le corps de la vertèbre, la branche postérieure ou tubercule vers le sommet de l'apophyse transverse. Rien n'est plus manifeste que cette disposition pour les côtes de certains animaux; celles des oiseaux et des crocodiles, par exemple, ont la forme d'un Y dont les deux branches ont sensiblement la même longueur; chez les mammifères, la bifurcation postérieure de la côte devient en général très courte ou disparaît, de telle sorte que la surface articulaire qui la termine repose immédiatement sur le corps de la côte. Quelle que soit la disposition réalisée, on comprend que les seuls mouvements possibles d'une côte détachée de son cartilage se réduisent à une rotation autour de

la ligne passant par les centres de ses deux articulations vertébrales. Nous appellerons cette ligne l'axe de la rotation naturelle de la côte ou plus simplement l'axe naturel.

L'existence de l'axe de rotation naturelle de chaque côte est établie par l'expérience suivante : lorsqu'on isole un fragment de côte et la vertèbre correspondante, on constate, comme l'ont fait beaucoup d'anatomistes : 1° que le déplacement le plus facile du fragment de côte consiste à se porter en haut et en dehors ; 2° qu'il est possible de faire varier l'importance relative des déplacements dans ces deux directions, mais impossible d'obtenir isolément l'un d'eux ; 3° si on fixe un stylet dans la côte ainsi mobilisée, on reconnaît qu'il décrit en général un mouvement conique, mais si le stylet est enfoncé dans la direction du col de la côte, il tourne simplement sur lui-même.

Le premier de ces faits établit l'existence d'un axe naturel de rotation, le second démontre que la direction de cet axe ne peut subir que de légères variations, enfin la troisième expérience fixe la direction de cet axe, qui est parallèle aux cols des côtes et aux apophyses transverses, c'est-à-dire dirigé obliquement en avant, en dedans et en bas.

Il semble tout d'abord contradictoire de n'admettre pour les côtes sternales qu'un seul axe de rotation, alors que cet axe est dirigé obliquement; c'est qu'en effet cet axe doit nécessairement subir un léger déplacement pendant la rotation de la côte. On le comprendra par l'examen de la figure 6. V représente la coupe horizontale d'une vertèbre; OZA, la côte correspondante située dans un plan doublement oblique en avant et en dehors, et représentée par sa projection verticale sur le plan de la figure. Le mouvement d'élévation de la côte pendant l'inspiration amènera A en A' par rotation autour du point P, appartenant à l'axe transversal XX'. Le mouvement simultané de rotation autour de YY' transportera A' en A''. Soient α et β, les angles d'élévation et de rotation, et supposons qu'il existe un point Z de la côte, tel que ses distances aux deux axes X et Y soient en raison inverse de α à β, si ce point est en outre situé dans un plan horizontal, son mouvement sera à peu près nul. En effet, tandis que la rotation de la côte tend à élever Z au-dessus du plan de la figure, l'élévation tend à l'abaisser de la même quantité à cause de sa situation en arrière de l'arc XX'.

Ce point décrira donc deux petits arcs de même longueur et de directions sensiblement opposées, et son mouvement, déterminé par la diagonale de ces deux lignes, sera fort restreint. Si nous menons à présent la droite OZ, on peut formuler que la double rotation de la côte des axes XX' et YY' revient géométriquement à une rotation unique autour de OZ, plus à un petit déplacement de l'axe OZ. Or, il existe en réalité pour chaque côte un point tel que Z condamné à de très petits déplacements, c'est le tubercule qui est articulé étroitement avec l'apophyse transverse. C'est la présence de cette articulation qui donne une existence objective à l'axe ZZ' et rend nécessaire le double mouvement de la côte.

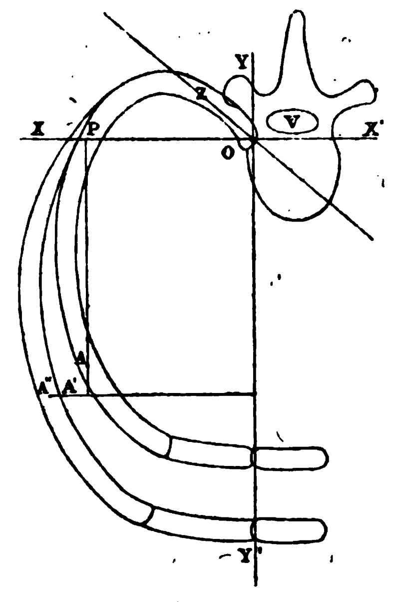


Fig. 6.

Cette manière de voir rend compte de la solidarité de tous les déplacements; les mouvements simultanés n'apparaissent plus dès lors que comme les composantes suivant certaines directions d'un mouvement plus simple. Le problème se poso en ces termes : Étant donné l'angle de rotation d'une côte autour de son axe naturel, trouver les angles de deux rotations autour d'axes conventionnels qui équivaudraient au même déplacement. Sa solution dépend surtout de la direction de

l'axe naturel; si celui-ci était transversal, on conçoit que le seul mouvement de la côte serait l'élévation; si l'axe allait au contraire d'arrière en avant, la rotation du plan de la côte serait le seul mouvement possible; en réalité, l'axe naturel des sept premières côtes occupe des directions obliques intermédiaires et l'on peut affirmer, sans plus de démonstration, que l'élévation de la côte sera d'autant moindre (et la rotation de son plan d'autant plus grande) que l'axe de la rotation se rapprochera plus de la direction antéro-postérieure.

L'expérience confirme entièrement ces prévisions. En effet, les axes naturels des premières côtes sont contenus dans des plans horizontaux et dirigés obliquement en avant et en dedans, d'autant plus en dedans toutefois qu'il s'agit d'une côte plus inférieure. C'est un fait que l'on peut établir par le simple examen de la direction du col des côtes ou des apophyses transverses, qui sont sensiblement parallèles à l'axe naturel. L'obliquité des axes avec le plan transversal varie de 5° à 40°. Il en résulte que la rotation du plan des côtes doit être plus considérable pour les dernières et que l'augmentation inspiratoire des diamètres transverses, qui en est la conséquence, doit croître de la première côte à la septième. Or, c'est là le résultat auquel sont arrivés tous les expérimentateurs qui ont fait des mensurations dans ce sens, et le phénomène qu'ils ont constaté reçoit par la théorie une explication des plus simples.

La direction de l'axe de la rotation naturelle n'explique pas avec moins de facilité le mouvement d'abduction. En effet, tandis que pour les sept premiers arcs, cet axe, bien que dirigé obliquement, est toujours contenu dans un plan horizontal, il présente pour les dernières côtes une triple obliquité en avant, en dedans et en bas. Chez l'homme, l'obliquité en bas commence avec la huitième côte et augmente jusqu'à la douzième. Chaque point de la côte décrit un cercle dans un plan perpendiculaire à l'axe naturel et se porte à la fois en haut, en avant et en dehors. La projection absolue de la côte dans chacune de ces directions est du reste d'autant plus prononcée que la côte est plus oblique par rapport à la direction considérée, plus longue et que l'axe naturel présente une direction plus favorable. Chez l'homme il s'établit un certain balancement entre ces divers facteurs, mais l'influence de la direction de l'axe

l'emporte, et comme cet axe est plus oblique pour les dernières côtes, l'abduction va en augmentant des supérieures aux inférieures.

Il existe une autre raison pour qu'il en soit ainsi; elle résulte de la présence de la tige cartilagineuse, formée par la soudure deux à deux des cartilages des fausses côtes. Les deux tiges ainsi formées se réunissent au niveau de l'appendice xyphoïde et ne peuvent, en raison de leur flexibilité restreinte, s'écarter entre elles qu'à la manière des branches d'un compas; il est donc nécessaire que les côtes le plus inférieures aient un mouvement d'abduction plus considérable. Cette explication ne peut s'appliquer aux côtes flottantes qui, cependant, chez certains animaux, le cheval, par exemple, n'ont d'autre mouvement que la projection en dehors. On constate, dans ces cas, que les apophyses transverses sont fortement inclinées en arrière et que l'axe de la rotation naturelle devient parallèle au rachis.

Ajoutons, en terminant, qu'il est facile de démontrer à l'amphithéâtre comment l'existence d'un axe naturel entraîne la solidarité des principaux mouvements des côtes. Dans ce but, on prend un arc costal muni de son cartilage et on fixe au col de la côte une tige de quelques pouces, un porte-plume par exemple, dont on laisse dépasser une moitié environ au delà de la tête. On emploie pour cette fixation deux anneaux de caoutchouc dont on place l'un au niveau du tubercule et l'autre au niveau de la tête de la côte. On approche l'arc ainsi préparé d'une table terminée par un plateau descendant verticalement; ce plateau représente un plan antéro-postérieur du corps, les deux extrémités de l'arc sont appliquées contre lui et la tige, qui représente l'axe naturel, est clouée sur la face horizontale de la table dans la situation oblique qu'elle prend alors. Le plan de la côte doit se trouver alors oblique en bas et en dehors; si on relève l'extrémité antérieure du cartilage en la maintenant appliquée contre le plateau vertical, on voit se produire, en même temps que la projection en avant et en haut de cette extrémité, la projection en dehors de la portion moyenne de la côte, c'est-à-dire qu'on assiste à la rotation du plan de l'arc et à l'agrandissement simultané du diamètre transverse. Les liens de caoutchouc qui, dans cette expérience, rattachent la côte à l'appareil fixe,

subissent des tractions, peu considérables du reste, dont l'étendue correspond aux mouvements de glissement que permettent les articulations costo-vertébrales. Une disposition absolument analogue permettra, en employant une des côtes inférieures, de reproduire leur double mouvement d'élévation et d'abduction.

Conclusions.

1° Les mouvements des côtes et du sternum qui amènent la dilatation des diamètres antéro-postérieurs du thorax ne peuvent être reproduits exactement par aucun appareil articulé dans lequel les côtes seraient remplacées par des leviers rigides. Chez l'homme, l'extrémité inférieure du sternum se projette plus en avant que la supérieure dans le type respiratoire costo-inférieur; le contraire a lieu dans le type costo-supérieur.

2° Les mouvements propres du cartilage costal signalés par Sibson sont négligeables chez l'homme à l'état normal. On trouve parfois, à titre d'anomalie, une flexion des cartilages en arrière pendant l'inspiration.

3° Dans la région moyenne du thorax, l'augmentation du diamètre transverse est moins considérable pour chaque arc, au niveau de sa plus grande largeur, qu'en avant au point de la suture de la côte et du cartilage.

4° Par suite de sa double articulation avec la colonne vertébrale, chaque côte possède un axe de rotation naturelle, dirigé obliquement en avant, en dedans et en bas. Le mouvement réel de la côte n'est composé que d'une seule rotation autour de cet axe, mais il paraît formé de deux rotations simultanées lorsqu'on lui assigne des axes conventionnels.

5° Dans la région supérieure du thorax, les côtes présentent deux mouvements apparents, l'élévation et la rotation, et ces deux mouvements sont les composantes suivant deux axes arbitraires d'une rotation unique autour d'un axe oblique en avant et en dedans. Dans la région inférieure du thorax, les côtes présentent également deux mouvements apparents, l'élévation et l'abduction, mais ces mouvements résultent d'une rotation unique autour d'un axe dirigé obliquement en avant, en dedans et en bas.

Note sur le mouvement d'un quadrilatère articulé. — Suppo-

sons un système mobile composé : 1° d'une tige fixe CD qui jouera le rôle de rachis; 2° de deux bras articulés sur cette tige, AC et BD, qui représenteront les diamètres sterno-rachidiens; 3° d'une dernière pièce AB articulée avec les deux bras et qui sera le sternum. Soit ABCD (fig. 7) une première position et A'B'CD une seconde position du quadrilatère ainsi formé; menons AA'; BB'; CP perpendiculaire sur le milieu de AA'; DQ perpendiculaire sur le milieu de BB' et rencontrant CP en R. Je dis qu'on peut considérer le déplacement de AB en A'B' comme une simple rotation autour de R. Menons encore AR; A'R; BR; B'R. Les deux triangles ARB et A'RB' sont égaux comme ayant leurs côtés égaux chacun à chacun, donc les angles ARB et A'RB' sont égaux, et les angles ARA' et BRB' sont aussi égaux comme on peut le voir en retranchant des précédents l'angle commun ARB'. Il suit de là qu'une rotation de même valeur angulaire amènera A en A' et B en B', ce qu'il fallait démontrer.

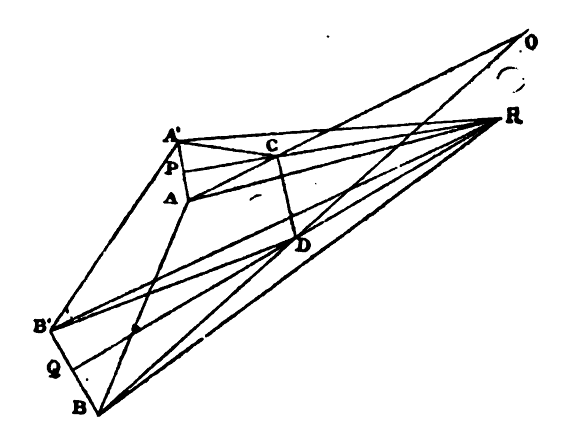


Fig. 7.

Passons à la considération de ce qui arrive dans le cas d'un mouvement infiniment petit. Si A' se rapproche indéfiniment de A il en sera de même de P et la position limite de PR sera AC prolongé. De même la position limite de QR sera BD prolongé qui rencontre AC en O, c'est-à-dire que dans le cas d'un déplacement infiniment petit le mouvement du sternum sera une rotation autour du point O, point de rencontre des deux tiges AC, BD. — Le point O est ce qu'on appelle le centre

instantané de rotation de la figure. Il résulte de tout ce qui précède que le mouvement de AB peut être considéré comme une série de rotations successives infiniment petites autour du point O, point dont la position est variable, mais déterminée à chaque instant par la rencontre des tiges AC et BD. Cette proposition apporte une grande facilité à l'analyse des mouvements du quadrilatère articulé.

1° Si les deux tiges AC, BD sont parallèles, bien qu'inégales, comme il arrive dans le cas d'un trapèze, le centre instantané de rotation sera à l'infini et le sternum se déplacera parallèlement à lui-même, malgré l'inégalité AC $>$ BD par exemple. L'effet de cette inégalité ne s'accusera que lorsqu'à la suite d'un mouvément fini elle aura détruit le parallélisme de AC et BD.

2° Si AC et BD sont à la fois parallèles et égales, ce qui réduit le quadrilatère à un parallélogramme, le centre instantané de rotation sera à l'infini dans toutes les positions du système et le sternum se déplacera parallèlement à lui-même. Ce cas, qui n'est réalisé chez aucun animal, est cependant celui que l'on considère le plus habituellement dans la démonstration des mouvements du sternum; c'est celui que représentent les schémas de Bernouilli et de Hamberger.

3° Si AC et BD ne sont pas parallèles, mais convergent en un point A situé derrière la colonne vertébrale (fig. 8) le mouvement du sternum ne sera plus parallèle, et pour l'apprécier il faut encore faire quelques constructions, Soit CC'DD' le quadrilatère proposé; menons C*a* perpendiculaire à CD et C'*a*' perpendiculaire à C'D'. On remarquera que les chemins infiniment petits parcourus simultanément par les points C et C' sur C*a* et C'*a*' sont proportionnels aux distances de ces points à leur centre commun de rotation. On a donc $\frac{aC}{a'C'} = \frac{AC}{AC'}$ [1]. Cela posé, menons par A les deux axes AX, AY, l'un horizontal, l'autre vertical, suivant les directions desquelles nous voulons apprécier les projections, soit en avant, soit en haut des deux extrémités du sternum. Menons encore parallèlement à ces axes les lignes *b*C et *ab*, qui représentent, décomposé suivant ces deux directions, le déplacement *a*C du point C; menons de même *a'b'* et *b'*C' et prolongeons C*b* jusqu'en B et C'*b*' jusqu'en B'. Je dis que le triangle infiniment

petit *abc* est semblable au triangle ABC. En effet, *ab* et *b*C sont respectivement perpendiculaires à AB et BC, et l'hypothénuse *a*C est à la limite perpendiculaire à AC, car c'est la tangente à l'arc décrit par C. Les triangles sont donc semblables comme ayant leurs côtés perpendiculaires chacun à chacun. Par les mêmes raisons le triangle *a'b'*C' est semblable à AB'C'. Donc aussi les rapports de grandeur qu'il y a entre les deux triangles infiniment petits *ab*C et *a'b'*C' sont précisément ceux qui existent entre les triangles finis ABC et A'B'C' qui leur sont respectivement semblables et pour lesquels nous avons déjà noté la proportion [1]; pour abréger, si nous appelons x la projection en avant du point C, $x = ab$; si nous appelons y la projection en haut du même point C, $y = bC$; si nous désignons par x' et y' les déplacements correspondants du point *c*',

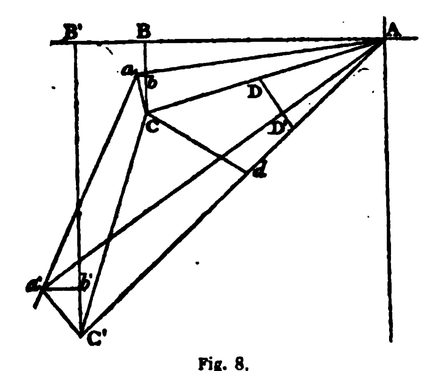


Fig. 8.

extrémité inférieure du sternum, nous aurons entre toutes ces inconnues les proportions suivantes, remarquables par leur simplicité :

$$\frac{x}{y} = \frac{GB}{BA} \qquad \frac{x}{x'} = \frac{BG}{B'G'} \qquad \frac{x'}{y'} = \frac{C'B'}{BA'} \qquad \frac{y}{y'} = \frac{AB}{AB'}$$

Ainsi une construction géométrique des plus faciles nous permet de représenter par des longueurs proportionnelles les déplacements qu'on appelle en physiologie les projections du sternum. L'analyse montre que pour que les projections en avant des extrémités supérieure et inférieure soient égales, il faut que le rapport $\frac{BG}{B'G'}$, soit toujours égal à l'unité, ce qui n'a lieu que si les bras CD et CD' sont parallèles (car alors l'axe AX

recule à l'infini). Pour que le déplacement ne soit pas parallèle, il faut et il suffit que CD et CD' ne soient pas parallèles, quelles que soient du reste leur longueur. Ainsi dans le quadrilatère GDD'δ (fig. 8) le point δ se projettera en avant plus que le point G, et cela dans le rapport de leurs distances respectives à l'axe AX et malgré l'inégalité D'δ < GD.

4° Si les tiges CD; C'D' convergeaient en avant, l'extrémité supérieure subirait alors la plus grande projection en avant.

On peut résumer cette longue analyse par la proposition suivante, qui peut s'appliquer aux mouvements du quadrilatère, quelle qu'en soit l'étendue. Lorsque dans l'étendue d'un mouvement donné, les tiges telles que CD, C'D' convergent constamment en arrière, la projection en avant la plus considérable a lieu pour l'extrémité antérieure de la tige la plus oblique, quelle que soit sa longueur; et inversement si les tiges convergent en avant dans toute l'étendue du même mouvement, comme cela est le cas des cordes qui sous-tendent les six dernières vraies côtes.

BIBLIOGRAPHIE

Daniel Bernouilli. — *Diss. phys. med. de respiratione*, 1721.

Sibson. — *On the mecanism of respiration in Philosophical transaction*, 1846.

Colin. — *Traité de physiologie comparée des animaux domestiques.*

Gerdy. — *Mémoire sur plusieurs points de la respiration. In Archiv. gén. de médecine*, 1835.

Beau et Maissiat. — *Recherches sur le mécanisme des mouvements respiratoires. In Archiv. gén. de médecine*, 1842 à 1843.

Haller. — *De respiratione.*

Hamberger. — *Physiologia Ienæ*, 1751.

Volkmann. — *Theorie der Intercostalmuskeln in Zeits. f. Ana.*, 1877.

Sabatier. — *Sur le mouvement des côtes*. Mémoires de l'Académie des sciences, 1778.

Borelli. — *De motu animalium.*

Bordenave. — *Remarques sur le mouvement des côtes dans la respiration*. Mém. de l'Acad. des sciences, 1778.

SUR LA TRANSFORMATION

DE LA

MORPHINE EN CODÉINE

ET EN BASES HOMOLOGUES

Par M. L. GRIMAUX
Professeur agrégé à la Faculté de médecine.

M. E. Grimaux a présenté récemment à l'Académie des sciences, un travail sur la morphine, et a observé la formation de bases dérivées de cet alcaloïde, qui fourniront de nouveaux sujets d'étude aux physiologistes, et peut-être des ressources précieuses à la thérapeutique.

L'auteur remarquant que la morphine présente un certain nombre des caractères du phénol, a pensé qu'elle remplit en même temps la fonction d'alcaloïde et la fonction de phénol.

Comme aux phénols correspondent des éthers, il a supposé qu'il pourrait obtenir avec la morphine des dérivés analogues véritables éthers de la morphine, et qui constitueraient des bases nouvelles.

Le phénol est, en effet, $C^6H^5 - OH$. Quand on traite son dérivé sodé C^6H^5ONa par un iodure de radical alcoolique, l'iodure de méthyle CH^3I par exemple, l'iode de l'iodure de méthyle s'empare du sodium, et le résidu méthyle CH^3 en prend la place, pour former le composé $C^6H^5OCH^3$ qui est l'éther méthylique du phénol.

Si l'idée de comparer la morphine au phénol était exacte, une réaction analogue devait avoir lieu dans la morphine iodée et l'iodure de méthyle, on obtiendrait un nouvel alcaloïde qui serait à la morphine ce que le phénate de méthyle est au phénol.

C^6H^5OH	$C^6H^5OCH^3$
Phénol.	Dérivé méthylique du phénol.
$C^{17}H^{18}AzO^2(OH)$	$C^{17}H^{18}AzO^2(OCH^3)$
Morphine.	Dérivé méthylique de la Morphine.

D'un autre côté, M. Grimaux avait supposé que la codéine, à

cause de la transformation en apomorphine et en chlorure de méthyle par l'acide chlorhydrique, devait être précisément ce dérivé méthylique de la morphine. L'expérience a confirmé cette double prévision. En chauffant pendant quelques instants de la morphine sodée dissoute dans l'alcool avec de l'iodure de méthyle, l'auteur a isolé une base qui possède toutes les propriétés de la codéine. Solubilité dans l'eau, l'alcool et l'éther, réaction, forme cristalline, pouvoir rotatoire, etc. Cette transformation rattache intimement deux des alcaloïdes de l'opium, mais en outre elle offre un caractère général qui promet des découvertes de bases encore inconnues, ne se rencontrant pas dans le suc du pavot.

On peut en effet préparer autant d'éthers du phénol qu'il compte d'iodures alcooliques ou de composés analogues; de même, il est facile d'obtenir avec la morphine, une série de bases aussi nombreuses que la série des éthers du phénol en faisant réagir les iodures alcooliques sur la morphine sodée.

En généralisant son procédé, M. Grimaux a préparé l'éther éthylique de la morphine, la *codéthyline*.

$$C^{17}H^{18}AzO^{2}(OC^{2}H^{5})$$

au moyen de l'iodure d'éthyle et de la morphine sodée. C'est une base bien cristallisée, fusible à 80°, et qui par les réactions se rapproche de la codéine. L'étude de son action physiologique a été commencée par M. Bochefontaine, dans de premiers essais, M. Bochefontaine constaté que la codéthyline n'agit pas comme soporifique, mais comme convulsivante : il fera bientôt connaître l'ensemble de ses recherches. Avec les homologues de l'iodure de méthyle, avec l'iodure d'allyle, le chlorure d'éthylène, etc., la réaction est la même; il se produit des bases nouvelles dont l'étude se poursuit actuellement. Les recherches de M. Grimaux ont donc un double intérêt. Au point de vue chimique, elle relient étroitement la morphine et la codéine, et font entrevoir des rapports d'origine entre les bases si nombreuses de l'opium. Au point de vue physiologique, elles fournissent à l'experimentation de nouveaux sujets d'étude, qui ne peuvent manquer d'être féconds en résultats, quand on pense au rôle important des alcaloïdes et à leur mode d'action sur l'organisme.

SUR LES

CORPUSCULES NUCLÉIFORMES DES LEUCOCYTES

Par M. Ch. ROBIN

On sait que : 1° distinguer les espèces d'éléments anatomiques les uns des autres d'après leurs différences de solubilité ou d'insolubilité dans tels ou tels réactifs ; 2° déterminer dans d'autres circonstances, et d'après la même méthode, la nature chimique de chacune des parties entrant dans la structure des unités organiques; 3° arriver ainsi à se rendre compte des phénomènes d'échange moléculaire dont les éléments sont le siège en présence des humeurs : tel est le triple but qu'on se propose d'atteindre en les mettant au contact des agents chimiques.

A ces divers égards, l'expérience conduit peu à peu à choisir, entre tous, un certain nombre de réactifs dont les propriétés sont dans un rapport tel avec la composition immédiate des éléments ou de leurs parties constituantes ou structurales qu'ils en gonflent ou dissolvent totalement la substance, ou lui enlèvent quelques-uns de ses principes immédiats, ou bien se combine à eux en les colorant, et, dans ces deux derniers cas, modifie leur aspect d'une manière caractéristique.

On sait, d'autre part, que lorsque les hématies apparaissent dans la cavité des deux cœurs primitifs et dans les *îlots sanguins* de l'aire vasculaire blastodermique, leurs réactions, leur forme et leur structure n'est pas celle des leucocytes. Elles se chargent d'hémoglobine, se colorent sans passer par l'état de leucocyte. Le plasma se montre entre ces hématies et rend leur circulation possible avant que des leucocytes soient mêlés à ces cellules, alors déjà colorées. Les leucocytes ne se voient mêlés aux hématies que de 48 à 60 heures au plutôt après le début de la circulation sanguine chez les Grenouilles et Axolotls, sans que la production de *globulins*, comme devant être leurs générateurs, puisse être invoquée ici, de la part des *ganglions lymphatiques*. On comprendrait plutôt l'hypothèse voulant que les leucocytes dérivassent au contraire d'une modification du noyau des hématies.

L'état naturel des leucocytes pendant la vie, dans la lymphe et le sang circulants, dans le mucus conjonctival et autres encore à l'état frais, à la température du corps de l'animal étudié en particulier est le suivant : cellule sphérique à paroi très mince, hyaline extensible, etc., à contenu homogène, finement grenu, accompagné ou non de granules jaunâtres ou orangés, un peu plus gros que les autres. Inutile de parler de leurs contractions amiboïdes. Mais ce sur quoi j'insiste, c'est sur l'absence de tout noyau qui serait caractéristique des leucocytes à l'état physiologique comme dans les autres cellules. C'est aussi sur le fait de la production dans ces cellules, non pas d'un ou de plusieurs noyaux comme le disent les auteurs, mais d'un ou plusieurs *corpuscules nucléiformes :* 1° dès que sur le vivant ils se trouvent pendant quelques heures maintenus immobiles, ou dès que le liquide où ils sont est accidentellement modifié par un commencement

de décomposition, mélangé de quelque autre humeur, etc.; 2° dès que débute l'*état cadavérique* de l'animal, ou dès que sous le microscope le sang, la lymphe, etc., se refroidissent, que leur plasmine se dédouble et donne de la fibrine, que le liquide s'évapore; dès qu'on lui ajoute plus ou moins d'eau, de salive, ou de tout réactif acide, salin, alcalin non dissolvant quelconque, etc., et cela instantanément, surtout si le réactif est coagulant; le tout sans parler des modifications graduelles et de plus en plus prononcées que *le* ou *les corpuscules nucléiformes* présentent à mesure que se prolonge l'action du composé employé. Inutile de rappeler les faits déjà publiés sur la production dans des leucocytes de même provenance soit d'un, soit de deux, de trois ou de quatre *corpuscules nucléiformes*, selon qu'on a employé l'eau, la salive, l'acide acétique ou autre; faits montrant bien qu'il n'y a pas dans ces éléments un *noyau* coexistant avec le corps cellulaire, prenant part à la constitution naturelle de l'élément comme dans les autres cellules en général.

Cette production artificielle des corpuscules nucléiformes est des plus saisissantes lorsqu'on emploie les acides acétique, citrique, etc., les acides minéraux étendus, avec ou sans réactifs colorants (voy. Ch. Robin, *Dict. encyclopédique*, art. LEUCOCYTE et MOELLE DES OS, 1875, p. 31). Mais ce qui prouve plus nettement encore la validité des observations précédentes, c'est que sur les leucocytes dans lesquels l'acide acétique vient de faire apparaître 2 à 4 corpuscules nucléiformes si l'on sature l'acide avec de l'ammoniaque, les solutions de soude ou de potasse plus ou moins étendues, on voit graduellement les *corpuscules nucléiformes* se gonfler, les granules qui étaient devenus cohérents pour les constituer réapparaître, s'écarter les uns des autres. En 10 minutes ou environ, les 2 à 4 corpuscules ont disparu, leurs granules ont rempli de nouveau le leucocyte, ou mieux, la portion de la masse du leucocyte que l'acide acétique avait rendue hyaline, et toute la cellule est redevenue finement grenue, avec le volume et l'aspect qu'elle avait avant l'action chimique.

Un nouvel emploi : 1° de l'acide fait réapparaître les corpuscules nucléiformes; 2° de l'ammoniaque produit encore l'effet ci-indiqué; et ainsi 3 et 4 fois de suite. A chaque fois, les leucocytes réapparaissent un peu plus pâles qu'ils n'étaient en premier lieu, mais la démonstration reste nette. Or, rien de pareil sur les noyaux des hématies de l'embryon humain et des autres mammifères (Ch. Robin, *Anatomie cellulaire*, 1873, p. 31), ou sur le noyau des hématies des ovipares lorsqu'on les traite de même. Les éléments du sang et de la lymphe appelés *globulins* se comportent aussi comme le font les *noyaux* des hématies et autres cellules. Les *corpuscules nucléiformes* des leucocytes des vertébrés et invertébrés, au contraire, productions soit artificielles, soit *cadavériques*, ne sont pas des noyaux de cellules. Qu'on les fasse, ou non, sortir ensuite des leucocytes où on a déterminé leur formation physico-chimique, partout ils restent des produits de désorganisation n'arrivant jamais à un degré quelconque d'évolution ultérieure normale ou morbide, comme le font au contraire les unités anatomiques naturelles, organisées et vivantes, telles que les *globulins*, noyaux des cellules, etc.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

Saint-Denis. — Imprimerie CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.

LES

ALCALOIDES DÉRIVÉS DES MATIÈRES PROTÉÏQUES

SOUS L'INFLUENCE

DE LA VIE DES FERMENTS ET DES TISSUS

Par A. GAUTIER

Les substances protéïques lorsqu'elles se détruisent pour nourrir et reproduire les ferments, tels que la levure de bière ou les vibrions putrides, ou bien lorsqu'elles sont soumises aux dédoublements successifs qui résultent du jeu régulier de nos organes, donnent naissance à une petite quantité d'alcaloïdes oxygénés ou non oxygénés, fixes ou volatils, inoffensifs ou très vénéneux, découverts depuis quelques années en étudiant attentivement les produits de la putréfaction. Au point de vue des recherches médico-légales, de l'évolution des maladies, du processus de la dessassimilation normale ou anormale des tissus, de la physiologie des ferments, de l'histoire des venins, etc..., ces alcaloïdes présentent un intérêt de premier ordre sur lequel l'attention vient d'être tout particulièrement appelée. Nous tâcherons de résumer brièvement dans cet article ce que l'on sait aujourd'hui sur un sujet encore obscur, quoique déjà fort étudié, mais auquel des travaux récents viennent de donner une importance et une amplitude inattendues.

§ 1. — **Historique.**

Au cours de mes recherches sur les transformations réciproques des albuminoïdes, je découvris, en 1872, que de la fibrine du sang, abandonnée à la putréfaction sous une couche d'eau, après s'être liquéfiée en donnant une grande quantité d'albumine, de l'acide butyrique et acétique (subtances déjà signalées en 1844 par M. Würtz) de la leucine, de la tyrosine

de la leucéine, fournissait en même temps *une petite quantité d'alcaloïdes fixes et volatils* (1).

Pour extraire ces dernières et importantes substances, j'opérais à cette époque de la façon suivante : après avoir congulé la liqueur putride acidulée, je la sursaturais par de la magnésie, je filtrais pour séparer le précipité, et distillais. La vapeur d'eau entraînait avec elle une grande quantité d'ammoniaque, de la triméthylamine et d'autres alcalis organiques volatils. Le produit distillé, saturé d'acide chlorhydrique, évaporé à sec, repris par l'alcool absolu bouillant, donnait les chlorhydrates des bases organiques volatiles à chloroplatinates et chloroaurates cristallisables en partie solubles.

La liqueur magnésienne d'où ces bases avaient été enlevées par l'ébullition, étant concentrée presque à sec dans le vide, était mélangée du précipité magnésien précédemment formé et d'un d'un assez grand excès de magnésie. Après avoir été humectée d'eau, la masse était séchée à 60°, et la poudre sèche ainsi obtenue, introduite dans l'allonge d'un appareil à déplacement de Payen, était épuisée par l'éther alcoolique à 56. Les bases fixes ayant été ainsi dissoutes par l'éther, on évaporait le dissolvant. Le résidu était repris par de l'eau très faiblement acidulée, et la liqueur séchée *dans le vide* sur de la chaux, abandonnait les sels des principales bases fixes.

C'est par cette méthode (2) que je découvris que la putréfaction des matières protéiques donnait naissance à des alcalis fixes et volatils. Ce travail n'étant pas terminé en 1873, au moment de la publication du 1er volume de mon *Traité de chimie appliquée à la physiologie*, je me bornai à mentionner dans cet ouvrage (p. 253) et à mes cours de la Faculté, le fait important de la formation de ces alcaloïdes aux dépens des matières albuminoïdes qui se putréfient.

(1) Il se forme beaucoup d'autres produits observés depuis, savoir : du *phénol* (Baumann), de l'*acide phénylpropionique* et *phénylacétique*, de l'*acide paroxyphénylacétique*, de l'*acide succinique* et probablement *aspartique*, des *acides gras supérieurs* et *inférieurs*, de l'*indol* et du *scatol* (Salkowsky, *Bull. soc. chim.*, t. XXXIII, p. 330), de l'*acide lactique ordinaire* et probablement des homologues supérieurs de l'acide lutyrique (Gautier et Étard), des liquides jaunâtres sulfurés, analogues au mércaptzan, de l'azote, de l'hydrogène, etc.

(2) Je lui ai fait subir des modifications diverses. Voir, dans mon article *Putréfaction*, du Dict. de Wurtz, t. II, p. 1226, une méthode analogue que j'ai aussi employée

Pendant que ces expériences se poursuivaient à Paris, un professeur italien de médecine légale, François Selmi, faisait en partant d'un point de départ fort différent, des observations qui le conduisirent aux mêmes conclusions.

En 1870, au cours d'une expertise médico-légale, Selmi retirait par la méthode de Stass, des viscères d'un homme qu'on croyait avoir été empoisonné, un alcaloïde qu'il ne parvint à identifier avec aucun de ceux jusqu'alors connus.

En 1871, nouvelle expertise de Selmi, le faisant arriver aux mêmes résultats.

C'est alors que vint à sa pensée le soupçon que ces alcaloïdes pouvaient bien être produits directement par le processus putréfactif. Le 25 janvier 1872, Selmi communiquait à l'Académie des sciences de Bologne un mémoire tendant à démontrer :

1° Que *l'estomac* des cadavres de personnes ayant succombé à une mort naturelle contient des substances composées qui se comportent comme certains alcaloïdes végétaux sans pourtant être toxiques;

2° Que ces produits ne sont ni de la créatine, ni de la créatinine, ni de la tyrosine;

3° Que l'on retrouve des produits analogues dans l'alcool ayant servi à la conservation des pièces anatomiques (1).

En 1874 F. Selmi, reprenant ces expériences en grand sur les cadavres exhumés après plusieurs mois, annonçait enfin définitivement qu'il se fait durant la putréfaction de véritables alcalis organiques toxiques analogues aux alcalis naturels.

On voit donc que mes premières recherches et celles de Selmi avaient été non seulement contemporaines, mais avaient eu deux points de départ différents et que l'un et l'autre, nous étions arrivés à la même époque aux mêmes conclusions.

On faisait toutefois aux observations de Selmi des objections diverses : les alcaloïdes qu'il avait extrait des cadavres ne provenaient-ils pas de matières végétales restées dans l'estomac? N'auraient-ils pas été introduits sous forme de médicaments durant la vie? L'analyse élémentaire n'en avait pas été faite : n'étaient-ils pas des pseudo-alcaloïdes, des amides? Ces corps étaient-ils bien des produits d'origine putride? N'étaient-ils

(1) Voir la lettre de Selmi au *Journal d'hygiène*, 30 juin 1881, vol. VI, p. 305. Je la traduis ici presque complètement pour bien établir cet historique.

pas plutôt quelques-unes de ces substances mal connues dites extractives qui s'accumulent dans le sang, surtout aux derniers jours de la vie, et qui, après la mort, peuvent se retrouver dans les tissus du cadavre ?

Ce n'est que dans un mémoire présenté à l'Académie de Bologne le 6 décembre 1877 que, répondant à ces diverses objections, Selmi annonça qu'il avait obtenu deux alcaloïdes, l'un fixe, l'autre volatil, *en soumettant à la putréfaction de l'albumine pure* mise à l'abri de l'air.

On voit donc que c'est vers 1876 que Selmi reconnut que c'est bien la putréfaction des matières albuminoïdes qui est la véritable origine des alcaloïdes cadavériques qu'il avait retrouvé dans ses expertises antérieures. Mais cette observation je l'avais faite déjà en 1873. Mon point de départ était net et indiscutable : La fibrine du sang bien lavée et pure de toute matière extractive m'avait fourni, dès 1873, des alcaloïdes à sels cristallisables, formellement dérivés des matières albuminoïdes.

Aussi, tout en reconnaissant que les travaux de Selmi ont donné à ce chapitre de la toxilogie relatif à la recherche des alcaloïdes, une extension très remarquable, je crois qu'on ne saurait contester qu'antérieurement à Selmi j'ai reconnu et annoncé le premier que les substances protéïques en se putréfiant fournissent bien cette classe d'alcaloïdes nouveaux que nous avions l'un et l'autre découverts.

Du reste Selmi a toujours reconnu l'antériorité de mes observations relatives à la véritable origine de ces alcaloïdes. Dans son mémoire publié à l'Académie de Bologne (Séance du 12 décembre 1878) *Sur la genèse des alcaloïdes vénéneux qui se forment dans les cadavres*, après avoir insisté sur ce fait que c'est bien aux matières protéïques que les *ptomaïnes* ou *alcaloïdes cadavériques*, doivent leur origine, Selmi ajoute : « Sur ce « point je dois rappeler que Armand Gautier, dans sa *Chimie « appliquée à la physiologie* avait noté que les matières pro- « téïques en se putréfiant fournissent, outre divers produits, « une petite quantité d'alcalis organiques mal déterminés, en « combinaison avec divers acides gras qui se forment contem- « paranément » et dans la lettre envoyée au *Journal d'hygiène*, citée plus haut, Selmi, plus explicite encore, dit, p. 306 : « La « première constatation d'alcaloïde se formant par la putré-

« faction de l'albumine a été faite par M. A. Gautier, qui à ce « moment n'a pas semblé cependant y attacher une grande « importance (1). »

Si je soulève ici cette question d'histoire ce n'est certes pour contester en rien les droits et le mérite des travaux de Selmi. Ses recherches sur les alcaloïdes qu'il parvint à extraire des produits cadavériques et qu'il reconnût ne pas donner les réactions des alcaloïdes jusques-là connus, sont la preuve d'une rare sagacité. Ses premières observations ont été, d'ailleurs, un peu antérieures aux miennes. Et quoique Selmi ne s'expliquât pas au début la formation des alcaloïdes qu'il extrayait des produits putrides, il n'en a pas moins bientôt saisi leur origine et l'intérêt toxicologique de cette découverte. Son nom restera donc très particulièrement et à bon droit attaché, grâce à ses longs et multiples travaux, à ce chapitre nouveau si important de la toxicologie moderne.

J'en aurais fini avec l'historique de la question si je n'avais à rappeler quelques observations antérieures restées isolées et sans intérêt, depuis vingt ans et plus, mais que ces travaux me font exhumer du long oubli où elles étaient tombées. Personne n'a encore signalé jusqu'ici les deux premières.

En 1860 Calvert mit à pourrir dans des tonneaux à travers lesquels il faisait circuler un courant d'air, une certaine quantité de poissons. Les gaz étaient recueillis dans du chlorure platinique acidulé d'acide chlorhydrique. Ils y formèrent peu à un précipité qui fut analysé. Il contenait : *carbone*, *hydrogène*, *azote* et, chose remarquable, 11 0/0 de *soufre* et 68 0/0 de *phosphore*. L'expérience ayant paru démontrer à son auteur que dans cette putréfaction il ne se fait ni acide sulfhydrique ni hydrogène phosphoré, Calvert crut pouvoir conclure que pendant la putréfaction, l'azote, le soufre et le phosphore de la matière animale se rencontrent dans les émanations gazeuses

(1) J'attachais au contraire à cette découverte une importance si grande que, ne trouvant pas moi-même le temps de poursuivre ces recherches, je les avais indiquées à deux de mes élèves qui se laissèrent devancer par le professeur italien. Mais je n'ai pas manqué chaque année de signaler ces faits dans mes cours, et en 1878, à propos du congrès international d'hygiène de Paris, je prenais encore à ce sujet la parole (voir t. I, p. 266 des *Comptes-rendus* du Congrès) pour affirmer que les alcaloïdes de la putréfaction ne se confondent avec aucun alcaloïde végétal, quoiqu'ils puissent se rapprocher de ceux que l'on extrait des champignons vénéneux..

putrides à l'état d'alcaloïdes volatils et non sous forme d'ammoniaque et d'hydrogène sulfuré et phosphoré. Les observations de Calvert étaient en grande partie erronées (1).

En 1868, J. Oser observait que dans la fermentation du sucre pur avec de la levure de bière purifiée il se fait un alcaloïde ne préexistant pas dans la levure et par conséquent formé aux dépens des éléments du ferment. Il répond à la formule $C^{13} H^{20} Az^4$. Son chlorhydrate séché dans le vide se présente sous forme d'une masse feuilletée, blanche, hygroscupique, brunissant à l'air, d'une saveur d'abord brûlante puis très amère (2). C'est, si je ne me trompe, le premier exemple d'un alcaloïde défini dérivant de la vie d'un ferment.

Disons enfin pour ne rien omettre qu'en 1855 Panum avait déjà remarqué que le poison des plaies putrides est fixe, qu'il n'a de comparable pour son activité que le venin des serpents, le curare, les alcaloïdes végétaux; il le nomma *sepsine*. En 1874, revenant sur ce sujet, il affirma que le poison putride se compose de plusieurs corps toxiques, qui ne sont pas pour lui des alcaloïdes (3). Toutefois en 1868 Bergmaun et Schmiedeberg paraissaient avoir obtenu un *sulfate de sepsine* en partant du pus putride, et en 1869 Zuelzer et Sonnenschein annonçaient avoir isolé un alcaloïde qui n'était pas la sepsine des précédents auteurs, et qu'ils comparèrent à l'atropine (4).

Toutes ces observations étaient restées isolées, douteuses, discutées. L'intérêt de la découverte des alcaloïdes d'origine animale ne s'affirma que du jour où je prouvai que ces bases *étaient des produits nécessaires de la putréfaction et de la désassimilation des matières albuminoïdes*, et où les belles recherches de Selmi généralisèrent l'étude de ces corps singuliers.

La suite de cet article montrera combien est importante la

(1) Lexpérience de Calvert n'est nullement concluante. Contrairement à ce qu'il avançait, nous avons observé, dans des expériences nouvelles entreprises en collaboration avec M. Étard, que les gaz dégagés par la putréfaction du poisson contiennent de l'hydrogène sulfuré et phosphoré. L'analyse du précipité brut que Calvert obtenait dans la solution de chlorure de platine ne saurait donc trancher la question de savoir si au cours de la putréfaction il se fait des alcaloïdes volatils sulfurés ou phosphorés, ni même si ce précipité est alcoloïdique (Voir le travail de Calvert dans *The chemical News*, août 1860).

(2) Voir *Bulletin de la Société chimique*, t. X, p. 295.

(3) *Virchow's archiv*. t. LX, p. 301.

(4) Berlin. klin. Woch. 1869, n° 2.

considération de ces substances que je regarde comme des termes constants de la vie normale des tissus, et qui paraissent jouer un rôle décisif dans l'évolution et la succession des phénomènes morbides.

§ 2. — Des alcaloïdes d'origine albuminoïde putréfactive.

Disons d'abord ce que l'on sait des alcaloïdes fixes ou volatils retirés des matières albuminoides soumises à la putréfaction, bases auquelles Selmi a donné le nom de *ptomaïnes* ou bases cadavériques.

Le professeur de Bologne, ses élèves et quelques rares savants étrangers ont successivement fait connaître le résultat de leurs observations à cet égard dans diverses notes ou mémoires que nous allons rapidement analyser (1).

Selmi a toujours recherché les alcalis cadavériques par la méthode de Stass modifiée par Otto et par lui pour éviter surtout l'action oxydante de l'air. Après la distillation de la solution alcoolique acidulée des viscères, (*a*) il traitait cet extrait acide par l'éther; (*b*) il alcalinisait ensuite cet extrait et le reprenait par le même dissolvant; (*c*) par le chloroforme; (*d*) par l'alcool amylique. Après évaporation de l'éther, du chloroforme ou de l'alcool anylique, il traitait le résidu par de l'eau acidulée; il obtenait ainsi les sels de différents alcalis fixes et volatils, sels précipitant par les réactifs généraux (*tannin, réactif de Meyer, réactif de Nessler, iodure de potassinm ioduré*, etc...) Ces sels tantôt cristallisés, tantôt amorphes lui fournissaient des alcaloïdes à chloroplatinates et chloroaurates tantôt solubles tantôt insolubles (2). Voici ses principales conclusions :

(1) Voici la liste des principaux travaux de Selmi : *Sur un alcaloïde qui s'extrait du cerveau, du foie et du coquelicot* (*Gaz. chim. ital.*, V, 1875).— *Alcaloïdes des viscères putréfiés* (*Mémoires de l'Académie* dei Lincei, 3 juin 1876) — *Alcaloïdes des viscères putréfiés à basse température* (*ibid.*, 6 fév. 1876). — *Alcaloïdes cadavériques* (Mémoire des professeurs Selmi, Casali et Pesci. Bologne, 1876). *Recherches comparatives sur les alcaloïdes cadavériques* (Mémoire des professeurs Selmi et Pesci. Bologne, 1877). — *Sur les ptomaïnes ou alcaloïdes cadavériques*, Bologne. 1878), — Sur la *genèse des alcaloïdes cadavériques* (*Comptes-rendus de l'Académie des sciences de Bologne*, 12 déc. 1878).

(2) Selmi n'a pas fait une étude méthodique de chacune des ptomaïnes à l'état isolé Nous ne pouvons donc ici donner que leurs propriétés générales telles qu'il les a résumées lui-même dans son mémoire *Sur les alcaloïdes cadavériques ou Ptomaïnes*, page 43.

Des *alcaloïdes fixes ou ptomaïnes*, les unes sont solubles dans l'éther, d'autres insolubles. Ces dernières se dissolvent dans le chloroforme, l'alcool amylique, etc.

Tous les réactifs généraux des alcaloïdes végétaux précipitent les alcaloïdes cadavériques fixes. Mais les uns précipitent par le chlorure de platine, le cyanure argentico-potassique, le bichromate de potasse, et d'autres ne précipitent pas.

Les ptomaïnes peuvent donner naissance à des composés cristallisables, spécialement en présence de l'acide iodhydrique ioduré.

Ces alcaloïdes paraissent, d'après leurs réactions colorées, différer notablement entre eux suivant qu'ils ont été produits à basse ou haute température et que le processus de la putréfaction est plus ou moins avancé; ceux que l'on extrait par les divers dissolvants se comportent différemment.

Leurs réactions colorées caractéristiques principales sont les suivantes :

L'acide sulfurique employé avec précaution les colore en rouge violacé ;

L'acide chlorhydrique seul, ou mieux mélangé d'un peu d'acide sulfurique, donne avec elles une couleur rouge violette que la chaleur développe ;

L'acide sulfurique et l'eau de brome donnent un rouge plus ou moins manifeste qui disparaît au bout de quelque temps ;

L'acide nitrique, quelque temps chauffé avec eux, puis saturé de potasse, produit une belle coloration jaune d'or ;

L'acide iodique mêlé d'acide sulfurique, puis de bicarbonate de soude, donne un rouge violacé plus ou moins manifeste.

Les ptomaïnes paraissent toutes très oxydables à l'air et par conséquent très réductrices. Elles réduisent, en effet, l'acide iodique, l'acide chromique, le chlorure d'or et le chlorure ferrique, qui devient ainsi apte à précipiter en bleu le ferricyanure de potassium (1).

La réduction du ferricyanure par les ptomaïnes et la produc-

(1) Voici à ce sujet les termes du mémoire de Selmi : Del resto l'azione riduttiva delle ptomaïne può dirsi quasi generale, in ispecie quando si referisca all' acido iodico, al cloruro d'oro, al bichromato di potassa con acido solforico, che fano passare col tempo al verde, ed al *perchloruro di ferro in cui si riconosce la riduzione stillandovi una goccia di prussiato rosso di potassa*. (*Sulle ptomaïne od alcaloïdi cadaverici*. Bologna, 1878, p. 11.)

tion du bleu de Prusse, quand on ajoute ensuite une goutte de perchlorure de fer, a permis à MM. Brouardel et Boutmy de distinguer les ptomaïnes de la majeure partie des alcaloïdes végétaux qui présentent souvent avec elles des réactions communes nombreuses. On reviendra sur ce point.

En se décomposant, brunissant et s'oxydant à l'air les ptomaïnes tantôt dégagent une odeur urineuse ou cadavérique, tantôt une odeur vireuse analogue à celle de la conicine, tantôt et surtout sous l'influence des réactifs acides tels que l'acide sulfurique, elles émettent des odeurs fragrantes agréables et persistantes rappelant celles de la fleur d'oranger, de l'aubépine et du musc.

Les ptomaïnes fixes possèdent pour la plupart une saveur piquante qui engourdit la langue pour un temps plus ou moins long, sensation suivie d'un sentiment de strangulation lorsqu'elle ont été absorbées en quantité un peu notable. Quelques-unes sont manifestement amères.

Des alcaloïdes fixes ou volatils d'origine cadavérique, les uns sont inactifs, les autres très vénéneux, et tout particulièrement les bases fixes.

Les symptômes d'empoisonnement dus aux alcaloïdes cadavériques vénéneux sont : La dilatation et l'irrégularité de la pupille, dilatation à laquelle succède bientôt la contraction; le ralentissement instantané et l'irrégularité des pulsations cardiaques; les convulsions et la mort, avec le cœur en systole est vide de sang (1). Selmi n'a encore publié aucune analyse de ces corps. Il s'est borné, après avoir, comme on l'a indiqué plus haut, séparé par les divers dissolvants les alcaloïdes cadavériques obtenus par la méthode de Stass modifiée, à examiner successivement chacun des groupes extraits par l'éther, le chloroforme, l'alcool anylique, etc. Une fois la nature alcaloïdique de ces divers extraits établie par l'emploi des réactifs généraux (2),

(1) Voir plus loin les observations de Corona.

(2) Un savant de Bologne, A. Casali, a fait cette observation que les ptomaïnes n'étaient pas de vrais alcaloïdes, mais plutôt des acides vénéneux amidés, analogues ou comparables aux acides biliaires. Cette objection qu'il base surtout sur ce fait que les ptomaïnes dégagent immédiatement de l'azote sous l'influence de l'acide nitreux, tombe devant cette observation que j'ai souvent faite que les alcalis cadavériques bleuissent le papier de tournesol et *saturent les acides minéraux, ce que ne font jamais les amides*. *Sulli acidie sali biliari et sulla natura chimica delle ptomaïne del Selmi*. Ferrara, 1881.

Selmi tâchait de les différencier ensuite entre eux et des alcaloïdes végétaux proprement dits, soit par des réactions colorées, soit par leurs effets physiologiques. Nous allons suivre dans cette voie le savant italien.

Dans un mémoire paru à la fin de 1878, Selmi annonce qu'il a laissé se putréfier en vase clos soixante blancs d'œufs. Au bout de quelque temps, il arrête toute putréfaction en ajoutant de l'alcool absolu et recherche dans ce dissolvant les bases dissoutes. Il en trouve deux, l'une volatile, l'autre fixe.

La base volatile est odorante. Son chlorhydrate est cristallisé. Il précipite par le tannin, l'acide iodhydrique ioduré, le chlorure de platine. Dissous dans l'acide chlorhydrique moyennement concentré, il donne un précipité cristallin avec le chlorure d'or. Cet alcali et ses sels ne paraissent pas vénéneux.

La base fixe fournit un chlorhydrate cristallisé à aiguilles très altérables, brunissant au contact de l'air lorsqu'on concentre ses solutions. Cet alcaloïde possède les réactions générales des alcaloïdes végétaux. Mélangé d'acide iodhydrique ioduré il fournit de longues aiguilles brunes.

Placée sur la langue, cette base donne une sensation de saveur piquante et engourdit le point touché. Une plus grande proportion produit la constriction de la gorge.

Trente centigrammes de ce chlorhydrate injectés à une grenouille par la méthode hypodermique la tuent rapidement avec les symptômes de l'empoisonnement par le curare.

Voici sur les mêmes substances d'autres renseignements extraits du travail publié par Selmi à Bologne en 1878.

(a)—Lorsqu'après avoir traité les matières cadavériques par de l'alcool acidulé et avoir évaporé, à l'abri de l'air, on traite directement cet extrait acide par de l'éther, on obtient, suivant les cas et suivant le temps depuis lequel a commencé la putréfaction diverses ptomaïnes jouissant des propriétés suivantes :

Toutes précipitent par le tannin, l'acide iodhydrique ioduré, le chlorure d'or ; quelques-unes seulement par le bichlorure de mercure ;

Une trace de ces substances évaporée en solution aqueuse, puis traitée par trois gouttes d'acide chlorhydrique mêlé d'une

goutte d'acide sulfurique donne, quand on chauffe modérément, une couleur violette ou rouge violacé.

Beaucoup de ptomaïnes réduisent l'acide iodique, d'autres ne le réduisent pas. Les unes donnent, en les additionnant successivement d'acide iodique, d'acide sulfurique et de bicarbonate de soude, une belle couleur rosée (réaction propre à la codéine et à la morphine), d'autres ne rougissent pas.

(*b*) — Si après avoir épuisé par l'éther le résidu alcoolique acide pour extraire les ptomaïnes précédentes on alcalinise cet extrait et qu'on le reprenne encore une fois par de l'éther, on obtient de nouvelles bases ayant les réactions générales des alcaloïdes végétaux, mais ne précipitant en général ni le chlorure de platine, ni le cyanure double d'argent et de potassium, ni le bichromate de potasse. L'action réductrice de ces bases est très puissante : elle s'observe avec l'acide iodique, le chlorure d'or, le bichromate de potasse mêlé d'acide sulfurique qui passe peu à peu au vert, avec le perchlorure de fer qui se transforme en protochlorure, car une goutte de prussiate rouge de potasse qu'on ajoute donne aussitôt du bleu de Prusse. Ces actions réductrices semblent rapprocher ces alcaloïdes de la morphine.

Ces bases donnent, avec certains réactifs les colorations suivantes :

Si l'on ajoute sans mêler une goutte d'acide sulfurique un peu dilué, tantôt on obtient un beau violet, tantôt un jaune brun légèrement rougeâtre par transparence.

Le réactif de Fröhde les colore en rouge violet, en jaune ou jaune brun suivant les cas.

Si l'on traite le résidu sec par trois gouttes d'acide chlorhydrique, puis par une petite goutte d'acide sulfurique et si l'on chauffe légèrement, une belle coloration violette se manifeste.

L'acide chlorhydrique seul donne, en chauffant un peu, un violet qui quelquefois passe lentement au bleu.

Toutes ces ptomaïnes traitées à chaud par un peu d'acide nitrique, puis par la potasse, se colorent d'un beau jaune d'or.

L'acide iodhydrique ioduré donne avec la plupart d'entr'elles des cristaux rouges, bruns ou jaunes bruns. Ces cristaux sont toujours de deux espèces : tantôt ils semblent s'irradier autour d'un centre, tantôt ils s'unissent comme les doigts d'une main ouverte ou les rayons d'une roue, tantôt enfin ce sont des

cristaux verts ou bruns en longues lamelles terminées par des biseaux.

Ces bases précipitent par l'acide tartrique ajouté goutte à goutte. Les tartrates solubles dans l'eau chaude, peu solubles dans l'éther, cristallisent par évaporation spontanée.

Les ptomaïnes ainsi extraites par l'éther de la solution alcalinisée paraissent être de deux espèces. Les unes douées d'une alcalinité puissante se combinent directement à l'acide carbonique de l'air ; les autres moins alcalines ne précipitent pas de leurs solutions éthérées par un courant du même acide.

Parmi ces ptomaïnes il en est qui, lorsqu'on les abandonne à l'évaporation spontanée, dégagent une odeur agréable rappelant la cannelle, le styrax, la fleur d'oranger, l'aubépine.

Par injection hypodermique, les chlorhydrates de ces bases amènent la dilatation momentanée de la pupille, l'augmentation et quelquefois la diminution des mouvements cardiaques, en général la diminution des mouvements respiratoires. Le plus souvent, après la mort, le cœur reste en systole et vide de sang.

(*c*)—Lorsqu'après avoir épuisé par de l'éther l'extrait alcoolique alcalinisé, on le traite par du chloroforme, on obtient d'autres alcaloïdes à saveur piquante, âcre ou plus ou moins amère, engourdissant la langue. L'évaporation du chloroforme est accompagnée d'une odeur tantôt fétide, tantôt aromatique. Ces bases réduisent en général l'acide iodique, mais donnent rarement les réactions colorées ci-dessus indiquées.

(*d*) — Enfin, après ces divers traitements si l'on reprend par de l'alcool amylique, le résidu alcoolique alcalinisé on obtient des ptomaïnes ne réduisant pas l'acide iodique, et fournissant avec l'acide iodhydrique ioduré un précipité rouge brun de cristaux microscopiques qui disparaissent rapidement.

Les ptomaïnes extraites par l'alcool amylique tantôt n'ont aucune action sur les animaux, tantôt sont très vénéneuses. Elles peuvent amener en quelques minutes la mort, avec convulsions tétaniques et dilatation partielle de la pupille, du chien dans les veines duquel on les injecte.

On extrait ces alcaloïdes de l'alcool amylique qui les contient en ajoutant un peu d'eau et faisant passer un courant d'acide

carbonique. La solution aqueuse du carbonate les abandonne par évaporation. L'alcool ne retient que des traces d'une autre ptomaïne qu'on peut enlever en agitant avec de l'eau acidulée.

Dans un intéressant mémoire publié à Bologne en 1880 par MM. Gianetti et Corona (1), on trouve de nouveaux renseignements sur les alcaloïdes cadavériques. Le tube digestif tout entier d'un jeune homme exhumé après quatre-vingt-seize jours, fut mis à digérer avec de l'alcool acidulé d'acide sulfurique; l'alcool fut évaporé; le résidu amené au bain-marie à consistance d'extrait fut mélangé de laryte en poudre et épuisé successivement par l'éther, le chloroforme et l'alcool amylique (2). Ils obtinrent ainsi les résultats suivants :

(*a*) *Ptomaïnes extraites par l'éther.* — Le résidu de l'évaporation de l'éther est un liquide alcalin, ne fumant pas en présence d'acide chlorydrique, d'odeur rappelant à la fois le sperme et la méthylamine. Ce liquide jaunâtre brunit à l'air. Il n'est pas complètement soluble dans l'eau si celle-ci n'est pas acidulée. Dans ce dernier cas la solution est limpide. Cette base ne peut se confondre avec aucun alcaloïde végétal connu. — Voici les réactions de son sulfate :

L'acide picrique le trouble, puis laisse déposer un précipité caséeux couleur tabac d'Espagne.

L'acide tannique donne un précipité abondant.

Le chlorure de platine produit un précipité couleur canelle, cristallisé.

Le chlorure d'or donne un précipité de même couleur qui se réduit ensuite.

Le bichlorure de mercure précipite en blanc.

Le réactif de Meyer produit un dépôt de couleur blanchâtre.

Une goutte de la solution de ce sulfate évaporée à sec et doucement chauffée avec un peu d'acide chlorydrique puis d'acide sulfurique, ou avec le réactif de Frödhe seul, donne une tache rouge violacée.

Ces divers essais traités ensuite par le bicarbonate sodique, développent des odeurs rappelant le musc, l'aubépine ou la fleur d'oranger.

(1) *Sugli alcaloïdi cadaverici o ptomaïne del Selmi.* Bologna, 1880.

(2) D'après ces auteurs, ce seul tube digestif leur aurait ainsi fourni environ trois grammes d'alcaloïdes.

Tous les sels solubles de ces ptomaïnes sont déliquescents et brunissent à l'air.

Les bases libres absorbent directement l'acide carbonique ambiant.

Un gramme de la solution aqueuse de cette ptomaïne injecté à un chien de moyenne taille produit après vingt-cinq minutes les phénomènes suivants : pupille irrégulière de forme oblique ; tremblements convulsifs ; fréquents battements du cœur ; température normale ; injection remarquable des capillaires du pavillon de l'oreille avec augmentation de deux degrés de température. L'animal est stupéfié, indolent ; la pupille se rétrécit. Quarante minutes après l'injection, contractions spasmodiques des muscles de la face et des membres ; respiration ralentie (28 à la minute) ; mort quarante-cinq minutes après le début de l'expérience. On ouvre la poitrine : immobilité des oreillettes ; contraction irrégulière du ventricule gauche ; cœur droit plein de sang non coagulé ; cœur gauche affaissé et vide. Mêmes observations à peu près sur les grenouilles.

(*b*) *Ptomaïnes extraites par le chloroforme.* — Après l'épuisement par l'éther qui fournit les bases précédentes, si l'on reprend par du chloroforme on obtient une base alcaline nouvelle, que l'eau acidulée enlève au résidu de l'évaporation du dissolvant.

Cette base présente les réactions des alcaloïdes précédents. Elle en diffère toutefois en ce que son sulfate précipite le bichromate de potasse et le cyanure de potassium et d'argent.

La solution hydroalcoolique de cette ptomaïne enlevée par le chloroforme fut injectée par la méthode hypodermique à un chien de moyenne taille. Presque immédiatement les mouvements respiratoires passent de 100 à 134 à la minute ; légère augmentation du nombre des battements cardiaques ; injection des vaisseaux de la conque de l'oreille. Au bout de 50 minutes environ tout rentrait dans l'état normal.

Le même produit injecté à une grenouille paraît produire au bout de 2 minutes, après une légère excitation, une impuissance des mouvements musculaires et une flaccidité extrême de tous les muscles. Le thorax étant ouvert on observa que les battements du cœur étaient sensiblement ralentis. Par les

excitations galvaniques, sensibilité des nerfs conservée, mais perte de la *contractilité musculaire au contact des deux électrodes placés sur les muscles eux-mêmes.*

(c) *Ptomaïnes extraites par l'alcool amylique.* — Le résidu barytique épuisé successivement par l'éther et le chloroforme étant mis en digestion avec de l'alcool amylique donna une solution jaunâtre légèrement fluorescente. Les ptomaïnes en furent extraites par agitation avec de l'eau acidulée. Elles présentaient encore les réactions générales de ses bases, mais ne réduisaient pas le chlorure d'or à froid. Elles précipitaient par les acides phosphotungstique et phosphomolybdique en vert passant au bleu.

Injectée à une grenouille cette substance engourdit ses mouvements, dilate considérablement la pupille, fait disparaître toute sensibilité cutanée et la tue dans un relâchement général de tous les muscles.

De ces expériences et de celles qu'il serait trop long de transcrire ici les auteurs concluent ce qui suit :

Les alcoloïdes cadavériques fixes ou ptomaïnes sont en général vénéneux à un haut degré ;

Les ptomaïnes libres sont plus dangereuses que leurs sels, et spécialement celles qui sont solubles dans l'éther ;

Sur la grenouille les principaux phénomènes que l'on observe sont les suivants :

1° Dilatation de la pupille suivie de rétrécissement ;

2° Convulsions tétaniques bientôt suivies de flascidité musculaire ;

3° Ralentissement des battements cardiaques, rarement augmentation ;

4° Perte absolue de la sensibilité cutanée ;

5° Perte de la contractilité musculaire.

Sur les chiens les phénomènes principalement observés, sont :

1° Pupille irrégulière, qui finit par se retrécir ;

2° Injection remarquable des vaisseaux de la conque de l'oreille par paralysie des vaso-moteurs ;

3° Respiration très ralentie ;

4° Somnolence à laquelle succèdent bientôt les convulsions et la mort ;

5° Perte de la contraclité musculaire.

Dans ces expériences, la perte de la contractilité musculaire, même sous l'influence des excitants électriques, perte sur laquelle insistent avec raison les auteurs est fort remarquable. Elle rapproche ces substances des alcaloïdes vénéneux des champignons, et spécialement de la muscarine, dont je les avais déjà rapprochées dès 1878 deux ans avant les observations des auteurs italiens (1). Je viens de confirmer encore ce point de vue, en montrant que, de même que les ptomaïnes, la muscarine donne du bleu de Prusse lorsqu'on l'additionne d'un mélange de sel ferrique et de ferricyanure de potassium. Au contraire, les observations de Corona éloignent les ptomaïnes des autres alcalis végétaux et du curare qui laisse au muscle sa contractilité sous l'influence du courant électrique, ainsi que du sulfocyanure de potassium qui fait disparaître il est vrai la propriété du muscle de se contracter sous l'influence de l'excitant électrique mais qui le laisse en tetanos et non en flaccidité.

Les ptomaïnes que l'on retrouve le plus habituellement dans les viscères d'individus dont la mort est récente, présentent en général des réactions différentes de celles qui se produisent plus tard. Ceci semble du moins résulter de la comparaison des propriétés des ptomaïnes précédentes extraites après deux ou trois mois, avec les caractères de celles qui ont été obtenues fort peu après la mort. Voici à ce sujet des renseignements fournis par MM. Brouardel et Boutmy (2). Les abaloïdes cadavériques examinés par eux avaient été extraits par la méthode de Stass, peu de jours après le décès.

(1) Je disais en 1878 au Congrès international d'hygiène de Paris (*Compte rendu du Congrès*, t. II, p. 266). « Certainement il se fabrique des alcaloïdes durant la putréfaction et la découverte n'est pas nouvelle. Je l'avais annoncé au t. Ier de mon *Traité de chimie appliquée à la physiologie*, mais ce sont surtout des alcaloïdes volatils. Et quels sont les alcoloïdes volatils qui se produisent ainsi? Il en est un surtout qui a des analogies et aussi des différences avec la conicine, etc.... Il se forme, en effet, pendant la putréfaction, des alcaloïdes fixes qui ont des analogies avec la morphine et l'atropine et *mieux encore avec quelques composés alcalins retirés des champignons*.

(2) *Annales d'hygiène et de médecine légale*. Série 3e, t. V, p. 501 (1880).

	PTOMAÏNES D'UN INDIVIDU.	
Réactifs.	*Mort par asphyxie.*	*Mort par l'acide cyanhydrique.*
Réactif de Meyer. . . .	Précipité jaune pâle.	—
Acide picrique.	— abondant jaune pâle.	Rien.
— nitrique.	Coloration jaune d'or.	Coloration jaune brun.
Iodure de potassium ioduré.	Précipité brun hermès.	—
Acide phosphomolybdique.	— blanc abondant.	—
— sulfurique	Coloration violette à chaud.	Brun violet.
— nitreux	— jaune brun.	Jaune brun intense.
— sulfurique et bichromate de potasse. . . .	— verte intense.	Coloration verte.
Acide iodique.	Précipitation de l'iode.	Précipitation d'iode.
Azotate d'argent. . . .	Précipité blanc, réduction de l'argent, liqueur rose.	Précip. blanc; réduction du métal; la liqueur rosit.
Bichlorure de mercure. .	Rien.	Rien.
— de platine. . .	Rien.	Rien.
Chlorure d'or.	Précipité blanc jaunâtre.	Précipité blanc jaunâtre.
Perchlorure de fer . . .	Rien.	Rien.

L'ensemble de ces diverses réactions n'appartient à aucun alcaloïde végétal connu. Elles ne concordent pas davantage avec celles qui ont été observées par Selmi ainsi que par Giannetti après des putréfactions plus longues. Ceci semblerait montrer que les ptomaïnes formées au début de la putréfaction sont ensuite suivies de bases alcalines nouvelles. Enfin, tout en étant fort analogues, les deux ptomaïnes des auteurs français diffèrent l'une de l'autre par la réaction de l'acide picrique qui précipite la première et ne précipite pas la seconde.

On voit combien sont variés les alcalis cadavériques que l'on n'a fait jusqu'ici qu'entrevoir. Il devient aujourd'hui nécessaire de les isoler et de faire séparément une étude attentive de ces diverses bases. C'est là un sujet de travaux utiles que nous ne saurions trop recommander.

§ 3. — Analogies de certaines ptomaïnes avec quelques alcaloïdes naturels.

Parmi les bases fixes ou volatiles qu'on extrait des matières cadavériques, il en est que l'on peut plus particulièrement confondre avec quelques alcalis végétaux toxiques et qu'il faut plus spécialement signaler soit pour éviter des erreurs

judiciaires très regrettables soit pour bien établir l'autonomie de ces divers corps et leur non identité avec les alcaloïdes végétaux jusqu'ici connus.

Lorsqu'après avoir traité par de l'alcool les matières cadavériques alcalinisées on soumet la liqueur à la distillation, il passe dans le récipient un alcaloïde qui a les plus grandes analogies avec la conicine.

Cette base que Selmi a observé dans diverses autres circonstances est liquide, volatile, soluble dans l'éther. Son odeur vireuse de conicine rappelle un peu celle de la souris. Son identité avec la conicine est loin d'être démontrée.

Parmi les corps que l'éther enlève aux liqueurs alcalinisées, on rencontre fréquemment des ptomaïnes réduisant l'acide iodique, prenant une belle teinte jaune avec l'acide nitrique, se teignant en rouge violacé par un mélange d'acide chlorhydrique et sulfurique, et laissant un résidu rosé lorsqu'on les traite successivement par l'acide iodique et sulfurique, puis qu'on sature les acides par du carbonate de soude. Toutes ces réactions, sauf la réduction de l'acide iodique et la coloration par l'acide nitrique (réactions qui pourraient être attribuées aux impuretés) sont propres à la codéine. Mais la réaction de Pellagri, qui ne colore pas les ptomaïnes, mais colore la morphine et la codéine, et le réactif de Erdmann permettent de faire la distinction.

Il est plus difficile de distinguer de la morphine les ptomaïnes insolubles dans l'éther et solubles dans l'alcool amylique. La réaction de Pellagari, le perchlorure de fer, et l'acétate de plomb permettent de vérifier si l'on a affaire à de la morphine. C'est ici surtout le cas de recourir aux expériences physiologiques : la morphine ne tue que lentement et à dose élevée, en stupéfiant l'animal et *laissant les muscles impressionnables au courant électriques,* ce que ne font pas les ptomaïnes.

On trouve parmi les ptomaïnes extraites par l'éther des substances qui, lorsqu'on les chauffe un peu avec l'acide sulfurique concentré, ou mieux avec un mélange d'acide chlorhydrique et sulfurique jusqu'à ce que le premier acide soit chassé, développent une odeur agréable rappelant la fleur d'oranger, la prune, la fleur de pêcher. Cette réaction très sensible a été indiquée pour l'atropine. On ne saurait, toutefois, confondre ces subs-

tances avec cet alcaloïde. Les ptomaïnes odorantes abandonnées plusieurs jours à l'air en solution aqueuse, développent particulièrement l'odeur de fleur d'oranger ou d'aubépine, ce que la solution d'atropine ne fait pas. Cette odeur fragrante, qui se développe surtout à chaud et en présence des acides, est fugace pour l'atropine, et très persistante pour les ptomaïnes. D'autre part, l'atropine produit une dilatation complète et permanente de la pupille, tandis que les ptomaïnes ci-dessus mentionnées ne donnent qu'une dilatation non permanente, irrégulière, bientôt suivie du rétrécissement.

Certaines ptomaïnes solubles dans l'éther ont été confondues avec la delphinine. Les caractères de cette base ne sont pas bien définis ; c'est une substance de saveur âcre, un peu amère et piquante. Traitée par l'acide sulfurique concentré, elle donne une coloration brun clair ou rougeâtre. Sa solution sulfurique fournit la même teinte avec l'eau de brome et le réactif de Fröhde. Les ptomaïnes ne présentent pas ces réactions. De plus, la delphinine injectée à une grenouille la tue en laissant le cœur en diastole, tandis que les ptomaïnes laissent constamment le cœur en systole et vide de sang.

En examinant les résidus d'un cadavre ayant putréfié près de dix-huit mois sous l'eau, et presque entièrement passé à l'état de gras, MM. Brouardel et Boutmy en ont extrait, par la méthode de Stass, une petite quantité d'un alcaloïde fixe présentant les caractères suivants :

Il bleuissait fortement le papier rouge de tournesol ;

Il précipitait abondamment par le réactif de Meyer ;

Il donnait par la potasse un précipité blanc floconneux ;

L'acide nitrique froid ne lui communiquait aucune coloration nette. Le même acide le colorait à chaud en violet.

Cette base se comportait donc vis-à-vis de ce dernier réactif comme le font la morphine, la codéine, la brucine, l'atropine, la vératine.

Traitée par un mélange d'acide sulfurique et de bioxyde de baryum, *elle se colore en rouge brique à froid et devient violette à chaud.* Ce caractère s'applique seulement à la vératine. Or, la ptomaïne en question *se colorait en rouge cerise sous l'action de l'acide chlorhydrique concentré et bouillant.* Cette seconde réaction est précisément celle qui caractérise le mieux la véra-

trine. Cette ptomaïne tuait, d'ailleurs, les animaux avec tous les effets musculaires attribués à cette dernière, et l'on aurait pu confondre ces deux substances. Mais tandis que la vératrine n'exerce pas d'action réductrice sensible sur le ferricyanure de potassium, la base extraite du cadavre du noyé le réduisait instantanément en cyanoferrure, qui donnait aussitôt du bleu de Prusse par l'addition de perchlorure de fer (1).

A lui seul, ce dernier exemple suffirait pour montrer la facilité et la gravité des erreurs qui peuvent être commises, si le chimiste chargé de l'expertise n'est pas averti de l'existence de ces ptomaïnes et s'il n'a pas un moyen de les distinguer des véritables alcaloïdes végétaux.

Dans un mémoire ayant pour titre : *Sur un réactif propre à distinguer les ptomaïdes des alcaloïdes végétaux* (2), MM. Brouardel et Boutmy ont fait faire un grand pas à cette délicate question de toxicologie. Ces auteurs observent que tandis que les ptomaïnes en solution saline neutre ou légèrement acide, successivement traitées par le ferricyanure de potassium et le perchlorure de fer produisent *immédiatement* du bleu de Prusse, presque tous les alcalis végétaux toxiques ne donnent dans ces conditions aucune coloration. Ils ont montré que cette réaction était en effet négative avec les corps suivants, qui sont pour la plupart de nature alcaloïdique et très vénéneux :

Aconitine.	Colchicine.	Narcotine.
Atropine.	Conicine.	Nicotine.
Brucine.	Delphinine.	Papaverine.
Cafeïne.	Digitaline.	Quinine.
Cantharidine.	Emetine.	Solanine.
Capsicine.	Eserine.	Strychnine.
Ciachonine.	Méconine	Thébaïne.
Codéïne.	Narceïne.	

A ces substances ne donnant pas de bleu de Prusse dans les conditions indiquées, je puis ajouter, d'après mes expériences personnelles, les bases suivantes :

Anémonine.	Peltiérine.
Cryptopine.	Quinidine.
Pilocarpine.	Sabadilline.

(1) Brouardel et Boutmy. *Annales d'hygiène et de médecine légale*, 3e série. t. IV, 1880.

(2) Même lieu, t. V, p. 497.

ainsi que les composés neutres, la plupart très vénéneux, qui suivent :

Théobromine.	Picrotoxine.
Cubebine.	Digitaline.
Coriamyrtine.	

On voit combien l'observation de la réduction par les ptomaïnes du ferricyanure de potassium avec formation instantanée de bleu de Prusse par addition d'un sel ferrique est précieuse puisqu'elle permet, dans les cas douteux, de distinguer les ptomaïnes des alcaloïdes végétaux et d'autres substances toxiques naturelles qui dans ces mêmes conditions ne donnent pas de précipité bleu.

Toutefois, cette réaction n'est pas absolument propre aux ptomaïnes, MM. Brouardel et Boutmy ont remarqué eux-mêmes que la morphine précipite du bleu de Prusse dans les conditions indiquées, et que la vératrine donne aussi une coloration verte, puis un précipité bleu. J'ai, pour ma part, observé que l'apomorphine et la muscarine donnent aussi la réaction attribuée aux ptomaïnes; M. Tanret annonce que l'aconitine amorphe, l'ésérine, l'ergotinine amorphe, l'hyocyamine liquide se comportent de même ; enfin, et pour être complet, il convient d'ajouter que, d'après mes expériences, la colchicine, l'émétine, l'igasurine, la nicotine et, d'après M. Tanret, l'aconitine cristallisée, l'ergotinine et même la digitaline amorphe ou cristallisée (2) donnent, avec ferricyanure et les sels ferriques, une coloration verte passant lentement au bleu.

En fait, sauf dans les cas où l'on aura de la morphine, de l'apomorphine, de l'hyosciamine liquide et de la muscarine, la production *instantanée* du bleu de Prusse dans le sel neutre d'un alcaloïde retiré de matières cadavériques, lorsqu'on l'additionnera de ferricyanure de potassium, puis de perchlorure de fer étendu, indiquera que cet alcaloïde est très probablement

(1) Cette réduction avait été indiquée déjà pour plusieurs ptomaïnes par Selmi. J'ai cité plus haut le passage de l'un des mémoires où il la signale; mais MM. Brouardel et Boutmy ont eu le mérite de montrer que ne s'appliquant à peu près à aucun des alcaloïdes végétaux, elle permettait de différencier aisément de ceux-ci les alcaloïdes cadavériques.

(2) Ni MM. Brouardel et Boutmy, ni moi, n'avons observé que la digitaline cristallisée donnât une réaction douteuse,

une ptomaïne. Telle est l'observation fort utile dans la pratique faite par MM. Brouardel et Boutmy.

La réaction ci-dessus n'est pas toutefois caractéristique des ptomaïnes. Nous venons de voir que quelques alcaloïdes naturels la possèdent. J'ai montré de plus (1) qu'une foule de bases que l'on n'a pas il est vrai extraites des végétaux, mais qui n'en sont pas moins pour la plupart très toxiques, peuvent donner du bleu de Prusse dans les conditions indiquées ci-dessus. Je citerai parmi ces alcaloïdes artificiels :

Dans la série des bases phényliques :

L'*aniline*, la *méthylaniline*, la *paratolnidine*, la *diphenylaniline*;

Dans la série du naphtol :

La *naphtylamine*;

Dans la série des bases pyrridiques et de leurs dérivés :

La *pyrridine*, la *collidine*, l'*hydrocollidine*, l'*isodipyrridine*;

Enfin dans deux séries fort différentes :

La *diallylène-diamine* et l'*acétonamine*.

Toutes ces bases donnent assez rapidement du bleu de Prusse, quoique la plupart plus lentement et plus faiblement que les ptomaïnes.

La *quinoléine* ne fournit, comme la plupart des alcaloïdes naturels, qu'une réaction négative (2).

La réaction de MM. Brouardel et Boutmy pouvait donc faire confondre ces alcalis avec les ptomaïnes, mais on sait que la plupart de ces substances vénéneuses n'ont pas été employées dans un but criminel.

§ 4. — Existence des ptomaïnes dans les produits de la désassimilation normale des tissus.

Des alcaloïdes vénéneux existent dans les matières cadavériques ; ils proviennent de la putréfaction des matières albuminoïdes ; ils ne sont identiques à aucun des alcaloïdes végétaux connus, mais on peut les confondre avec quelques-uns d'entre eux et il convient de les distinguer soit par un ensemble de réactions chimiques appropriées, soit par l'étude attentive des symptômes de l'intoxication. Ce sont là des vérités

(1) *Bulletin de l'Académie de médecine*, 2e série, t. X, p. 621.

(2) *MM. Brouardel et Boutmy* ont observé que les ptomaïnes réduisent aussi le bromure d'argent et que cette réduction permet de les distinguer des vrais alcaloïdes naturels. (Voir *Bull. Acad. méd.*, 2e série, t. X, p. 770.)

nouvellement reconnues, bien établies, importantes, mais qui ne sortent guère du domaine de la toxicologie proprement dite.

Il faut élargir maintenant beaucoup nos conceptions à ce sujet.

De mes expériences, de celles de mes élèves et d'observations déjà anciennes, mais mal ou incomplètement interprétées, il résulte clairement que les matières alcaloïdiques se forment normalement dans l'économie par le processus ordinaire de la vie des tissus, qu'on les retrouve en plus ou moins grande quantité dans la bile, les urines, le suc musculaire; qu'elles font partie nécessaire de certaines secrétions normales très actives, telles que les venins qui leur doivent en partie leurs propriétés; qu'elles semblent se produire peut-être en quantité considérable dans quelques circonstances pathologiques, et deviennent une des causes des troubles fonctionnels qui se succèdent dans beaucoup de maladies, tout spécialement lorsque le mouvement de désassimilation est exagéré et surtout lorsque l'élimination des produits urinaires est enrayée.

Et d'abord, nous savons qu'à l'état normal on trouve dans quelques-unes de nos sécrétions une certaine quantité de bases alcalines : l'ammoniaque et les sels ammoniacaux, la triméthylamine, la névrine, la carnine, la créatine, et peut-être la créatinine, sont de véritables alcalis que l'on peut extraire du suc musculaire, des urines, de la bile, etc., des animaux en pleine santé. Ces bases peuvent exister quelquefois faiblement unies à un autre résidu organique, mais les procédés qui ont jusqu'ici servi à extraire les ptomaïnes suffisent toujours à les mettre en liberté.

La plupart de ces alcaloïdes, il est vrai, ne sont pas vénéneux ou ne sont que peu toxiques. Toutefois, il résulte des expériences de Meissner, de Perls, de Bogosslowsky, etc., que la créatine, même à assez faible dose injectée sous la peau, produit des phénomènes d'abattement et de paralysie, suivis de contractions tétaniques et d'accidents urémiques qui peuvent entraîner la mort.

Mais l'économie produit normalement des substances toxiques alcaloïdiques ou amidées infiniment plus toxiques encore (1).

(1) On sait combien est redoutable l'action des acides biliaires, ou des amides, introduits dans le sang.

D'après les recherches de mon préparateur, M. le Dr G. Pouchet (1), on peut retirer des urines normales, par une méthode exposée dans sa thèse inaugurale un alcaloïde fixe, oxydable, à chloroaurate et chloroplatinate bien cristallisés et déliquescents, à chlorhydrate neutre et cristallisé, alcaloïde d'une *énergie toxique considérable, stupéfiant, tétanisant et tuant les animaux à bref délai avec le cœur en systole.*

Rappelons-nous les propriétés caractéristiques des ptomaïnes de la putréfaction : ce sont des alcalis très oxydables à chloroaurates et chloroplatinates tantôt solubles, tantôt insolubles, toxiques le plus souvent, ralentissant la respiration, produisant la stupeur à laquelle succèdent bientôt les mouvements tétaniques et la mort avec le cœur en systole et vide de sang.

Cette parité de caractères m'a permis de classer l'alcaloïde des urines de M. G. Pouchet parmi les ptomaïnes. J'ajoute que, sur cette substance, j'ai reconnu les principales propriétés chimiques réductrices des ptomaïnes, entre autre celle de donner *immédiatement* du bleu de Prusse lorsqu'on la traite successivement par le ferricyanure de potassium et le perchlorure de fer.

L'alcaloïde précédent est accompagné *dans les urines normales* de substances azotées incristallisables, paraissant appartenir à la classe des amides (si rapprochée de celle des bases organiques proprement dites), ne précipitant que par le tannin et le réactif de Nessler, quoique n'étant pas douées de propriétés franchement basiques. Ces substances placées évidemment sur la limite des corps alcaloïdiques, jouissent de propriétés très vénéneuses, analogues à celles de la base précédente, ainsi que l'a reconnu M. Bochefontaine. On ne saurait douter que ces matières extractives lorsqu'elle sont imparfaitement éliminées par les reins et s'accumulent dans le sang, ne déterminent une série d'accidents pathologiques et en particulier ceux qu'on remarque à un haut degré dans l'urémie.

Chose remarquable, la composition centésimale de cette substance extractive se confond presque avec celle du venin de *Cobra capello,* et avec celle du *ferment pancréatique* analysé par Hüffner et extrait de la glande par la glycérine.

(1) *Contribution à l'étude des matières extractives de l'urine.* Paris, 1880.

La comparaison de ces extraits urinaires avec les ptomaïnes m'a naturellement conduit à rechercher si ces produits très actifs et encore mal connus que fournissent les glandes venimeuses, ne devraient pas tout ou partie de leurs propriétés redoutables à la présence d'alcaloïdes analogues aux ptomaïnes ou à des substances semblables à celles qu'on retrouve dans les urines normales, et peut-être même dans la salive d'animaux supérieurs.

C'est ce que l'expérience a confirmé. Je suis parvenu à retirer d'une petite quantité de venin de *trigonocéphale* et surtout de *Naja* de l'Inde deux alcaloïdes précipitant par le tannin, le réactif de Meyer, celui de Nessler, l'iodure de potassium ioduré et les autres réactifs généraux des bases organiques, donnant des chloroplatinates et chloroaurates cristalisables, des chlorhydrates solubles et cristallisés un peu déliquescents. Ces alcaloïdes jouissent en outre de la propriété de précipiter immédiatement du bleu de Prusse, en liqueur neutre ou légèrement acide, lorsqu'on les traite successivement par le ferricyanure de potassium et les sels ferriques.

Ce sont donc bien là des substances de la classe des ptomaïnes. Mais l'analogie des venins avec les extraits cadavériques ou urinaires va plus loin. A côté de ces alcaloïdes qui contribuent à l'action toxique des venins de serpents, se trouve au moins dans celui du *Naja* que j'ai plus particulièrement étudié, une substance à laquelle cette secrétion chimique doit ses propriétés les plus redoutables. Faute de matière, je n'ai pu encore en faire l'étude complète; mais je puis dire déjà qu'elle n'est ni alcaloïdique, ni albuminoïde, qu'elle s'altère rapidement par les alcalis fixes, qu'elle est insoluble dans l'alcool, et que son action toxique résiste à 100° et même à 125 degrés, preuve évidente qu'elle n'est pas de la nature des ferments.

Si des corps toxiques analogues à ceux que l'on retire des venins se retrouvent à l'état normal dans nos urines, il est naturel de rechercher les mêmes substances dans la salive produite par les glandes correspondant à celles qui donnent les secrétions redoutables des serpents venimeux.

L'expérience a confirmé ce point de vue théorique. La salive normale humaine que j'ai examinée contient, en effet, une ou plusieurs substances toxiques, et quoiqu'elle diffère beaucoup

d'activité suivant le moment où elle est sécrétée (1) par les diverses glandes salivaires, son extrait est venimeux au moins pour les oiseaux.

Vingt grammes de salive humaine sécrétés en juillet par un jour très chaud ont été évaporés aussitôt crachés. Il est resté un résidu pesant 0gr,25 ; on l'a chauffé deux à trois heures au bain-marie à 100°, puis on l'a repris par de l'eau tiède qui a dissous environ un décigramme de substances solubles très légèrement acides après filtration.

Ce décigramme a été injecté sous la peau d'un millicolore mâle. Aussitôt, incapacité de se tenir sur ses jambes, stupeur, acroupissement la tête en avant, 140 inspirations à la minute, œil bon, pupille normale. Après 14 minutes, légère contraction, stupéfaction complète, mais l'oiseau se réveille si on l'excite. L'animal, couché sur le flanc, paraît devoir bientôt mourir ; après 30 minutes, stupeur continue, yeux clos ; il se réveille difficilement si on l'agite ; après 50 minutes, on ne saurait presque plus l'éveiller que durant 2 à 3 secondes. La pupille est dilatée. Au bout d'une heure de cet état, l'assoupissement a bien diminué. Il y a du mieux, mais le sommeil stupide continue. L'oiseau reste ainsi 3 ou 4 heures et se remet ensuite peu à peu.

Dans d'autres cas, les phénomènes d'empoisonnement ont eu un début moins brusque et moins apparent, mais presque toujours, avec l'extrait soluble de 20 à 30 grammes de salive, les oiseaux sont morts en quelques heures.

L'extrait de la salive normale humaine agit donc à la façon des alcalis des veines.

Ces alcaloïdes y existent-ils ? Je ne les ai pas encore étudiés mais leur existence ne me paraît pas douteuse. Si l'on reprend l'extrait soluble de la salive par un peu d'acide chlorhydrique étendu, puis par le réactif de Meyer, on obtient un précipité qui recueilli, lavé et décomposé par l'hydrogène sulfuré, donne une solution qui laisse déposer par exporation de fines aiguilles microscopiques d'un chlorhydrate soluble. Ce sel, séparé par l'alcool de diverses impuretés, donne avec le chlorure d'or et celui de platine des cristaux solubles très altéra-

(1) On a cité des cas de mort survenant très rapidement à la suite de morsures d'hommes ou d'animaux surexcités par la colère.

bles. La solution du chlorhydrate pécipite immédiatement du bleu de Prusse par le mélange de ferricyanure de potassium et de perchlorure de fer étendu.

Le venin des serpents ne me paraît donc différer de notre salive que par l'intensité de ses effets, bien plus que par sa nature intime.

D'après un savant médecin de la marine, M. le docteur Corre, l'empoisonnement par les poissons vénéneux des mers de Chine et d'Australie ressemble entièrement, aux points de vue physiologique et pathologique, à l'empoisonnement par le venin des serpents (1). Cette observation intéressante date de 1872. Elle est une nouvelle preuve que les matières vénéneuses comparables aux venins classiques des ophidiens peuvent se produire à l'état normal *dans les organes les plus divers*. Chez ces animaux, c'est par le foie et quelques parties de l'enveloppe cutanée que se trouve sécrétée la matière venimeuse ; chez les batraciens, les glandes venimeuses font partie de la peau et sont analogues aux glandes sudoripares ; chez la guêpe, les abeilles, le scorpion, ce sont encore d'autres organes appendiculaires, mais qui semblent encore être des dépendances de l'enveloppe cutanée. En un mot, les organes les plus variés sécrètent ces poisons partout produits chez les animaux dits venimeux, comme chez les animaux dénués en apparence de venin, mais qui semblent chez ceux-ci s'éliminer sans cesse par les urines, la salive, la peau, etc., sans qu'une glande particulière en soit plus spécialement chargée.

§ 5. — Conclusions.

Les substances alcaloïdiques vénéneuses d'origine cadavérique, sont caractérisées non seulement par leurs fonctions basiques et leurs propriétés énergiquement réductrices, mais aussi par leur toxicité plus ou moins grande et leurs autres effets physiologiques, savoir : la dilatation, l'irrégularité, puis le resserrement de la pupille, le trouble des battements cardiaques, la stupeur ; plus tard, les convulsions tétaniques, la mort avec arrêt du cœur et systèle ; la coagulation difficile du sang après l'empoisonnement ; enfin la perte de la contractilité du

(1) *Archiv. de physiolog. norm. et pathol.*, t. IV, p. 405.

muscle sur lequel on fait agir inutilement, après la mort, l'excitation galvanique.

Ces propriétés caractéristiques appartiennent non seulement à ces substances d'origine cadavérique que Selmi et moi nous avons découvertes dans les matières albuminoïdes putréfiées, mais, comme je crois l'avoir montré dans cet article, à un certain nombre de composés toxiques que l'on peut retirer des excrétions ou sécrétions normales des animaux supérieurs. Il n'est pas douteux que l'exagération dans la formation de ces substances, sous l'influence des troubles morbides, ou l'arrêt de leur sécrétion, ne devienne la cause d'un grand nombre de phénomènes anormaux dont l'évolution n'a été jusqu'ici que très imparfaitement expliquée. Ces substances que l'on retire des cadavres, des matières animales en voie d'altération, des venins de serpents, appartiennent à la même famille que celles que j'ai caractérisées dans les urines normales, la salive, etc. Ces matières venimeuses ou très actives n'apparaissent, en un mot, non plus comme des exceptions pathologiques, ou des produits putrides cadavériques, mais comme des résidus nécessaires de la vie des tissus, pouvant anormalement s'accumuler dans le sang, ou être normalement sécrétées par les glandes pour les besoins les plus divers.

L'oxygène pénètre partout, grâce à la respiration et au sang, dans l'organisme animal, il ne s'ensuit cependant pas que la vie, c'est-à-dire les phénomènes successifs d'assimilation et de désassimilation de nos tissus, soit essentiellement aérobie.

La vie des tissus des animaux supérieurs est au contraire anaérobie dans une notable proportion.

C'est là une proposition qui peut paraître paradoxale, à cette heure, mais dont je vais tâcher de donner, le premier je crois, la démonstration expérimentale.

Prenons pour cela l'une des célèbres expériences de Pettenkoffer et Voit sur la combustion animale.

Un chien, mis en observation, absorbe par jour en oxygène (1) :

(1) On sait que l'oxygène absorbé par la respiration de l'animal, et celui contenu dans l'ensemble des aliments et des excrétions totales de l'animal, était dosé avec soin par ces auteurs L'expérience que je cite ici concorde, du reste, avec toutes celles des savants de Munich.

Oxygène emprunté à *l'air par la respiration*. . .	477 gr.	
Oxygène de *l'eau* totale des aliments et boissons. .	1012	
Oxygène des *aliments secs*.	77	
Oxygène total absorbé par l'animal. . .	1566 gr.	

D'autre part, et dans le même temps, ce chien fournissait en totalité par les poumons, les urines, la peau et toutes ses autres excrétions :

Oxygène excrété total. . . 1599 grammes.

Si l'on déduit des 1599 grammes d'oxygène excrétés les 1012 grammes reçus par l'animal à l'état d'eau et qui n'ont pas évidemment provoqué de combustion (ils sont entrés et sortis sous le même état), il reste : 1599 — 1012 = 587 grammes d'oxygène dans la totalité des excrétions des 24 heures. Or le chien n'ayant reçu par l'air que 477 grammes d'oxygène et en excrétant 587, la différence 587 — 477 = 110 grammes provient *de la combustion autonome des aliments et des tissus passant à l'état d'acide carbonique, d'eau, d'urée, etc..., sans nul apport d'oxygène étranger*.

Ainsi, pour résumer : Sur 587 grammes d'oxygène qui se trouvent dans la totalité des excrétions (l'oxygène de l'eau entrée et sortie étant toujours déduite), 477 grammes proviennent de l'air et 110 grammes sont fournis par la matière organique elle-même des tissus en état de fonctionnement. Ce qui veut dire que les quatre cinquièmes environ de nos combustions internes sont de véritables fermentations aérobies, comparables à l'oxydation de l'alcool sous l'influence du *mycoderma vini* ou *aceti*, et qu'un cinquième de ces combustions désassimilatrices se produit aux dépens des tissus eux-mêmes, sans nul recours à l'oxygène étranger, en un mot que cette partie des tissus *vit à la façon des ferments anaérobies* (1).

Si donc la vie intime de cette partie des cellules animales groupées en tissus et vivant sans oxygène emprunté à l'air est semblable, par la façon dont elle assimile et désassimile la ma-

(1) L'acide carbonique expiré paraît correspondre en grande partie à la vie *aérobie* des tissus, la plupart des autres produits d'excrétion à la vie *anaérobie*. C'est après le sommeil ou le repos complet que l'animal est plus particulièrement anaérobie et consomme plus d'oxygène qu'il n'en reçoit.

tière organique à la vie des ferments anaérobies, qui n'en diffèrent que parce que leurs cellules sont aptes à vivre isolément, nous devons, dans nos produits d'excrétion, observer les substances mêmes que l'on retrouve dans les fermentations anaérobies des mêmes matières albuminoïdes, c'est-à-dire dans les fermentations putrides. Nous retrouvons, en effet, dans nos sécrétions, et presque exclusivement, l'ensemble des produits de la putréfaction proprement dite, savoir : l'acide carbonique et l'ammoniaque en partie libre, en partie à l'état de sels, en partie à l'état d'urée (1); le phénol, l'indol et le scatol de nos excréments et de nos urines; les acides acétique, butyrique et les acides gras supérieurs; l'acide lactique, succinique, phénylacétique et phénylpropionique; la xanthine et la sarkine observés dans les urines comme dans les putréfactions; l'hydrogène, l'azote, les gaz sulfurés et phosphorés du tube digestif, etc... l'identité est presque complète. Et comment dès lors ne pas s'attendre à trouver, dans les urines, le sang, les liquides de nos glandes ou de nos tissus ces autres produits si importants de la putréfaction, ces alcaloïdes organiques, souvent toxiques, dont l'histoire sommaire fait le sujet de ce mémoire? Je viens, en effet, de les signaler dans les urines, les venins et la salive, avec leur caractéristique chimique et physiologique, et l'on ne peut manquer de les retrouver dans les liquides musculaires, les sécrétions glandulaires, le sang, où ils paraissent s'accumuler dès que les reins, la peau, le tube digestif ne les éliminent plus. En agissant alors sur les centres nerveux, ils deviennent l'origine d'une série de phénomènes d'ordre pathologique qui se déroulent et se succèdent nécessairement et dont l'ensemble contribue à former le tableau de chaque maladie.

Avant de terminer, il y a lieu de citer ici les lignes suivantes de Ch. Robin, qui, dans son mémoire intitulé : *Remarques sur les fermentations bactériennes*, inséré dans ce Recueil (2), arrive à ces conclusions si pleines de vérité, et que mes derniers travaux confirment largement :

(1) On ne retrouve pas, il est vrai, d'urée dans les produits de fermentation putride, mais on sait que l'urée se dédouble, et acide carbonique et ammoniaque, qui se dégagent, en effet, tant que dure la putréfaction des albuminoïdes.

(2) *Journ. de l'anat. et de la physiol.*, t. XV, 1879.

« Tout ce qu'offre de démesuré le caractère extra-naturel et merveilleux dont on a entouré l'étude des fermentations et de leur importance scientifique, les recherches sans nombre qu'elles ont suscitées donnant de si minimes et si obscurs résultats *théoriques* comparativement à l'intensité des efforts, tout cela tient à une même cause. Cela tient à ce qu'on ne connaissait pas exactement la nature des ferments en tant que végétaux unicellulaires, à ce qu'on ignorait en ce qui concerne leur nutrition, leur assimilation et leur désassimilation en particulier, *dans laquelle chaque cellule à l'état de liberté fait pour le principe dit fermentescible ce que nous savons depuis longtemps être fait intimement par les cellules disposées en tissus dans les autres plantes et les animaux.* »

« On a par là été conduit à dire des ferments, contrairement à la réalité, qu'ils sont une classe d'êtres à part, et des fermentations une classe de phénomènes provoqués par les forces de la vie, au lieu d'une réaction d'ordre physico-chimique telle que toutes celles qui se produisent naturellement dans les conditions que représente l'état d'organisation. »

Oui certes, nous ne sommes qu'un agrégat de cellules vivant à la façon des ferments, les unes aérobies, les autres anaérobies et putrides, et c'est éclairés par cette dernière considération que nous devons appliquer à l'étude des phénomènes encore obscurs de la vie des tissus les observations faites ou à faire sur l'organisation, la reproduction et la vie des ferments.

Ce sont certainement là des sujets d'études délicats, mais pleins d'intérêt et d'avenir, et dont la solution est destinée à donner un nouvel et puissant élan à notre marche en avant en physiologie et pathologie générales.

SUR LA

THÉORIE ÉPITHÉLIALE DU CANCER

Par le Dr L. DESFOSSES
Chef adjoint du Laboratoire de clinique-ophtalmologique à l'Hôtel-Dieu.

(PLANCHES XI ET XII.)

Abordant une question d'anatomie et de physiologie pathologique générales, beaucoup trop vaste pour que nous puissions songer à l'embrasser tout entière, nous devons préciser en quelques mots quels sont les points que nous avons étudiés de préférence, et quels sont les principes qui nous ont guidé dans le cours de ce travail.

Les connaissances positives que nous pouvons acquérir en pathologie dérivent principalement de trois sources : l'observation clinique, les études anatomiques, la médecine expérimentale. Ce n'est qu'en réunissant ces trois facteurs, et en appréciant chacun d'eux à sa juste valeur relativement aux deux autres que l'on arrive à des notions satisfaisantes sur un sujet quelconque. Nos recherches personnelles se rapportent exclusivement à l'anatomie. Bichat déjà avait remarqué que toute altération morbide est primitivement localisée dans un tissu (1). Aujourd'hui, grâce aux progrès de l'histologie, nous pouvons remonter plus loin et étudier les lésions dans l'élément anatomique lui-même. Nous pensons que les règles que l'on doit suivre, dans l'étude d'une production pathologique, ne sont autres que celles qui nous guident en anatomie normale (2) : que l'on considère une tumeur ou que l'on suive les diverses phases de développement d'un être vivant quel qu'il soit, l'un

(1) Un tissu malade peut influencer les voisins, mais l'affectation primitive n'a jamais porté que sur un. (BICHAT, *Anat. gén.*)

(2) Si l'anatomie pathologique semble difficile, c'est qu'elle exige la connaissance préalable de l'anatomie normale, générale et spéciale..... (Ch. Robin, *Naissance des éléments anatomiques*, Journal de l'anatomie, 1865.)

et l'autre sont soumis aux lois générales qui régissent l'évolution de tout corps organisé.

En conséquence, étant donné un produit pathologique quelconque, nous nous attacherons à déterminer :

1° La nature de l'élément fondamental ;

2° L'origine de cet élément ;

3° Son évolution ;

4° Ses rapports avec les éléments avoisinants.

Mais, parmi les divers auteurs qui se sont occupés de la même question que nous, il n'en est pas un qui ne se réclame des principes et des méthodes de l'anatomie normale et de l'embryogénie : et pourtant que d'opinions différentes, souvent même tout à fait opposées! Nous avons cherché la raison de ces divergences, et nous avons cru la trouver précisément dans ce fait que l'on n'avait pas tenu compte d'une manière assez rigoureuse des règles qu'on s'était proposées au début. De là, dans notre travail, une partie critique que nous consacrerons à suivre en quelque sorte la filiation des diverses théories et à faire dans chacune la part des hypothèses qui passent et celle des faits constatés qui doivent rester.

Enfin, comme la plupart des doctrines adverses dont nous aurons à parler s'étendent au delà du terrain purement anatomique, nous essayerons de comparer les données fournies par l'anatomie avec celles de l'observation clinique et expérimentale, afin de dégager de tout cet ensemble quelques idées générales.

I. — Historique.

L'anatomie pathologique des tumeurs cancéreuses a fait l'objet d'un tel nombre de publications que la simple énumération de ces dernières suffirait à remplir des volumes.

Ne devant traiter la question qu'à un point de vue très général, nous nous bornerons à passer en revue les opinions diverses qui ont successivement régné dans la science au sujet de ces tumeurs. Nons citerons chemin faisant les ouvrages les plus importants dont plusieurs renferment, du reste, des renseignements bibliographiques très étendus, et nous n'insisterons que sur quelques points qui nous intéressent plus spécialement.

On peut diviser l'histoire des productions dites cancéreuses en quatre grandes phases ou périodes.

La première période, qui remonte aux temps les plus reculés, est caractérisée par l'absence complète de toute donnée anatomique. La doctrine du parasitisme y règne en maîtresse, ainsi que cela est d'ailleurs suffisamment indiqué par l'étymologie même du mot. Nous n'aurions pas à en parler ici, si elle n'avait laissé dans les périodes ultérieures des traces qui n'ont peut-être pas encore entièrement disparu. Ne voyons-nous pas en effet que divers membres de la société de biologie comparèrent aux œufs de certains animaux inférieurs les corps oviformes d'une tumeur hétéradénique, présentée par M. Robin, en 1855, et que Ordonez considérait ces mêmes corps comme des spores de champignons?

2me *période*. Il faut arriver jusqu'au commencement de ce siècle pour trouver une école d'anatomie pathologique. Par l'influence puissante de Bichat et de ses élèves les premiers résultats obtenus par des observateurs isolés ne tardèrent pas à prendre corps, et l'on peut dire que cette école a donné tout ce qu'on pouvait attendre de l'examen anatomique pratiqué à l'œil nu ou à la loupe. C'est à cette période que se rattachent les noms d'Astley Cooper, Lobstein, Laënnec, Velpeau. L'œuvre de Cruveilhier représente le point culminant d'une époque qui a légué à l'histologie naissante la doctrine des tissus hétéromorphes dont l'influence lointaine se fait encore sentir de nos jours.

« Le cancer est constitué par un tissu morbide parasitaire commun à tous les tissus, identique dans tous, vivant d'une vie propre, et parcourant une série d'évolutions n'appartenant à aucun tissu accidentel. » (Cruveilhier, *Anat. Pathol.*).

3me *période*. Cette période commence avec les premières applications du microscope aux études anatomo-pathologiques. Les premiers histologistes n'ayant pas encore la connaissance des faits essentiels d'anatomie générale et d'embryologie qui sont indispensables pour l'édification d'une doctrine scientifique, dominés d'ailleurs par les idées anciennes sur l'homologie et l'hétérologie des tissus morbides, ne firent en quelque sorte que continuer à l'aide du microscope les doctrines de Laënnec. Leurs investigations ayant justifié en tous points

l'établissement du groupe des tumeurs homologues qui alors prirent le nom d'homœomorphes, ils s'appliquèrent de toutes leurs forces à donner également une consécration histologique aux tumeurs hétéromorphes ; la recherche des éléments spécifiques du tubercule, de la syphilis, du cancer, fut l'écueil contre lequel vinrent se briser leurs travaux patiemment poursuivis pendant de longues années. C'est ici que viennent se placer les noms d'Hannover, de Lebert et de son école et il est un mémoire qui reflète d'une manière très fidèle l'esprit et les doctrines de l'époque ; c'est le travail de Broca sur l'anatomie pathologique du cancer, couronné par l'Académie en 1852. Ce mémoire est à coup sur le plus remarquable qui ait été publié sur la question ; la grande érudition et l'esprit de synthèse philosophique de l'auteur y éclatent à chaque page et le mènent à une série de déductions générales dont plusieurs sont vraies encore aujourd'hui, et cela malgré une doctrine anatomique absolument fautive. On peut dire que toute cette école a eu pour objectif l'étude microscopique et chimique du suc lactescent découvert par Cruveilhier et considéré par lui comme caractéristique du cancer. Tant d'efforts pourtant ne devaient pas rester absolument stériles, et l'on peut dire qu'à mesure que se se perfectionnaient et se complétaient les connaissances relatives à l'histologie normale, l'anatomie pathologique elle-même tendait sans cesse à évoluer lentement vers une solution scientifique qui lui eût été inaccessible lors de ses premiers débuts. Toute cette école en outre s'est distinguée par un esprit d'observation remarquable ; ce fut sa qualité dominante et c'est grâce à cela qu'elle nous a laissé une série de faits du plus haut intérêt, analysés sans doute suivant des théories défectueuses, mais irréprochables au point de vue de la description et constituant un précieux recueil pour les recherches à venir.

4me *période*. Si nous plaçons ici les débuts de la quatrième période, c'est pour rester fidèle à notre programme qui consiste à suivre l'évolution des idées sans nous plier absolument à l'ordre chronologique.

Premières origines de la théorie épithéliale.

« Dès l'époque ou 'existence d'éléments anatomiques d'espèces particulières sous forme de cellules ou de corpuscules a été admise dans les tissus que Laennec considérait comme sans

analogues dans l'économie, la spécificité de ces éléments a été niée par divers auteurs. Plusieurs ont dit que ces éléments, ceux dits du cancer, du moins, n'étaient que des cellules épithéliales modifiées et non des éléments hétéromorphes. Mais cette notion donnée ainsi d'une manière isolée ne pouvait suffire..... » (Ch. Robin. De la naissance des éléments anatomiques. *Journal de l'Anat.*, 1865, p. 125.)

C'est peut-être dans Hannover que nous trouvons les premières indications de cet ordre (1).

Parmi les ouvrages français, l'idée de l'origine épithéliale de certaines tumeurs à marche envahissante est exprimée pour la première fois dans une note de M. Ch. Robin (2). Il y établit en effet la distinction qu'il faut faire entre les hypertrophies glandulaires et les productions épithéliales de l'intérieur des glandes, ces dernières détruisant l'élément glandulaire après l'avoir distendu, et envahissant les tissus voisins. Si l'on passe en revue une série de publications du même auteur (3) (4) (5)(6), l'on y voit une tendance à séparer du groupe des tumeurs cancéreuses une série de production dont on reconnaissait nettement dès cette époque, la nature épithéliale. La théorie épithéliale du cancer était donc, sinon née, du moins bien près de naître lorsqu'une autre école vint à surgir, et donner pour plusieurs années, une autre direction au courant scientifique. (Voyez plus loin la discussion à la fin du chapitre III.)

Nous voulons parler des travaux de Virchow et de son école. Pour Virchow toutes les tumeurs cancéreuses prennent naissance dans le tissu conjonctif et sont caractérisées par une charpente ou un stroma conjonctif creusé d'excavations dans lesquelles se trouvent les éléments *polymorphes* du cancer, na-

(1) Hannover. Den pathologiste Anatomies Svar paa Spœrgsmaalet : Hvad er Cancer? Kjœbenhavn, 1843.

Hannover. Das Epithélioma. Ienaische Zeitschr. Band VI, 1852.

(2) Robin. Note sur quelques Hypertrophies glandulaires. (*Gazette des hôp.* 1852.)

(3) Robin et Lorain. Mémoire sur une altération spéciale de la glande mammaire qui a reçu le nom de tumeur bien qu'il y ait plus souvent diminution de volume de l'organe, et celui de cancer squirrheux, quoiqu'elle ne soit pas cancéreuse. (*Gaz. des hôp.* 1854.

(4) Robin et Laboulbène. Mémoire sur trois productions morbides non décrites. Comptes rendus de la Société de biologie, 1853. t. V.

(5) Robin. Mémoire sur l'épithélioma du rein. (*Gaz. des hôp.*, 1855.)

(6) Robin. Mémoire sur le tissu hétéradénique. (*Gaz. hebd. de méd. et chir.*, 1856.)

geant dans un suc laiteux plus ou moins abondant.. Nous n'insisterons pas sur ce qu'a de peu scientifique une telle conception, ne voulant pas anticiper sur ce que nous aurons à dire dans le chapitre III; nous ferons remarquer seulement qu'au point de vue chronologique, la théorie du carcinome alvéolaire fut un véritable anachronisme. La place du tissu spécifique de Virchow était immédiatement après la cellule cancéreuse, à laquelle elle fait suite. On trouvera discutées plus loin l'origine et la valeur de cette théorie, et l'indication des causes qui lui ont permis de prévaloir presque partout jusque dans ces dernières années. Répandue et développée par les nombreux disciples du professeur de Berlin, sa doctrine ne tarda pas cependant à trouver des contradicteurs autorisés; la théorie épithéliale soutenue par quelques rares partisans, évolua lentement malgré sa puissante rivale, et n'eut pas tardé à l'emporter si la conception du *tissu embryonnaire* comme origine des néoplasies pathologiques, n'était venue donner prise à une sorte d'éclectisme intermédiaire entre les deux doctrines adverses, éclectisme que la plupart des auteurs professent encore aujourd'hui. Dès 1865 Thiersch (1) dans un mémoire magistral fonda sur des bases inébranlables la doctrine épithéliale des cancroïdes du tégument externe. A la même époque, parut un mémoire de M. V. Cornil (2) dans lequel cet auteur se rallie à la théorie épithéliale du cancer nettement professée dans ses cours depuis plusieurs années par M. le professeur Ch. Robin, et consignée dans son article *Cancer* du dictionnaire de Nysten, (édition de 1858), ainsi que dans un mémoire sur la naissance des éléments anatomiques *(Journal de l'Anatomie,*, février 1865). Les travaux les plus marquants qui aient paru depuis lors sur la question sont les deux mémoires du professeur Waldeyer (3). Nous donnerons une analyse un peu circonstanciée des recherches de cet auteur qui a démontré en grande partie, pour les parenchymes et le système intestinal, ce que Thiersch avait prouvé d'une manière si irréfutable pour l'épiderme et ses dépendances. Se basant sur l'embryogénie et sur l'histologie nor-

(1) Der Epithelial Krebs namentlich der Haut.-Leipzig 1865.
(2) Contribution à l'histoire du développement histologique des tumeurs épithéliales. *Journal de l'Anatomie,* 1865.
(3) Waldeyer. *Virch. Arch.* T. 41, p. 470 et T 55, p. 67.

male il passa en revue les diverses formes de cancer, dans la mamelle, l'estomac, le foie, les reins, l'ovaire, l'utérus, la peau : dans chacun de ces organes il put retrouver l'origine épithéliale, et moins absolu que la plupart de ces devanciers, il étudia avec soin les diverses modifications que peut présenter la trame conjonctive des tumeurs.

Pour la mamelle en particulier, il montre bien les diverses phases que parcourt l'évolution d'une tumeur épithéliale. Pour lui, l'origine en est toujours dans les culs-de-sac glandulaires. Les lobules dont la présence seule, dans la mamelle à l'état de repos, indique soit une persistance locale de la fonction, soit une transformation adénoïde, sont constamment entourés d'une charpente conjonctive hypertrophiée.

Après ces deux phénomènes, l'hypertrophie lobulaire et l'hypertrophie de la trame conjonctive, arrive seulement la prolifération des éléments cellulaires de cette trame coïncidant avec celle des éléments épithéliaux.

Les lobules glandulaires se trouvant alors au sein d'un tissu de nouvelle formation peu résistant, le pénètrent sans peine et envoient dans tous les sens des ramifications plus ou moins volumineuses. La paroi propre de la glande est alors encore visible, et, rien ne rappelle l'aspect dit de carcinome. Cette apparence n'existe que plus tard, lorsque par suite de la prolifération épithéliale, la paroi propre se trouve détruite, et que la portion épithéliale de la tumeur est constituée par des cylindres pleins, ramifiés et irréguliers ; deux choses alors sont à étudier ; d'une part l'épithélium, ses caractères, les diverses modifications qu'il subit ; d'autre part, les caractères des éléments d'origine conjonctive qui se trouvent dans la charpente de la tumeur.

Les éléments épithéliaux disposés en ces travées irrégulières et ramifiées conservent toujours les caractères propres aux épithéliums ; ils se présentent sous forme de cellules volumineuses, irrégulières ou polyédriques par pression réciproque, ils ne fournissent jamais de substance ou ciment intercellulaires. Jamais aucune ramification vasculaire ne pénètre dans les masses qu'ils constituent. Enfin, ils subissent les mêmes phénomènes de régression que les épithéliums qui leur leur ont donné naissance. Aussi voit-on le centre de ces masses

épithéliales des cavités remplies d'un détritus granuleux provenant de la dégénérescence graisseuse de ces éléments. Plus rarement on peut observer la dégression calcaire ou la transformation caséeuse. Tels ne sont pas les caractères des éléments de la prolifération péri-acineuse. Ces derniers sont irréguliers, ramifiés et exsudent constamment une substance intercellulaire amorphe, plus ou moins consistante.

Ces deux sortes d'éléments sont donc faciles à distinguer et les prétendues transitions que l'on a cru saisir entre eux tiennent à des artifices ou plutôt à des défectuosités de préparation. Donc deux facteurs sont en jeu dans la formation d'une tumeur épithéliale : 1° Prolifération épithéliale; 2° Stroma formé par la charpente normale augmentée de la prolifération péri-acineuse. La prédominance de l'une ou de l'autre de ces productions donne les diverses formes si souvent décrites.

Enfin Waldeyer signale l'envahissement des lymphatiques qui peuvent se présenter sous forme de longues traînées remplies d'éléments épithéliaux.

Passant ensuite en revue les divers organes, il retrouva partout les mêmes caractères. Pour l'estomac il indique les glandes simples ou ramifiées comme le point de départ du cancer. L'origine est ici plus difficile à démontrer; mais certains nodules conservant l'aspect d'une hypertrophie glandulaire et communiquant avec d'autres nodules carcinomateux ayant complètement perdu ce caractère montrent bien la relation d'origine de la production tout entière. En ce qui concerne la peau il signale un caractère particulier, c'est que pour les tumeurs qui en proviennent, on voit souvent manquer la prolifération conjonctive *préparatoire* que l'on observe pour les tumeurs épithéliales de la mamelle, de l'estomac, de l'utérus et d'autres organes. Là la tumeur s'accroît à sa périphérie par formation endogène; on voit alors des cellules à trois, quatre noyaux et plus. Enfin il conclut en disant que, dans toutes les tumeurs qu'il a observées, il n'a jamais vu le carcinome se développer dans le tissu conjonctif.

En même temps que la doctrine de Robin trouvait en Allemagne un défenseur aussi autorisé, les idées de Virchow s'acclimataient à Paris par le livre de MM. Cornil et Ranvier (*Traité d'histologie pathologique*). Depuis une dizaine d'années, un grand

proprement dites, qui sont chargés de fabriquer des principes chimiques particuliers, paraissent avoir une existence plus éphémère que ceux qui accomplissent une simple fonction de filtration ou de choix chimique parmi les principes préexistant déjà dans le sang.

L'épithélium génital se comporte au point de vue des productions pathologiques comme celui des parenchymes munis d'un conduit excréteur.

Mais, il y a toute une catégorie d'organes dont les fonctions sont encore peu connues et dont les épithéliums ne paraissent pas soumis à la mue incessante et plus ou moins rapide qui caractérise tous les précédents. Leurs conditions d'existence aussi, sont différentes, car, ils ne peuvent être entraînés au dehors de toutes pièces, une fois que leur évolution est terminée, et plusieurs d'entre eux sont bien plus intimement que les autres en rapport avec les capillaires avoisinants. Nous voulons parler des éléments qui entrent dans la constitution des glandes dites vasculaires sanguines dont l'origine épithéliale est indiscutable. Pour la plupart de ces organes, on a des notions peu précises au sujet des tumeurs auxquelles elles peuvent donner lieu : il faut pourtant faire une exception pour le foie qui est souvent le siège de tumeurs épithéliales primitives ; et il est à remarquer que lorsque les épithéliums de cette glande prolifèrent pour former des tumeurs, ils se disposent par tractus ou cylindres ramifiés et anastomosés, et alors leur aspect rappelle d'une manière frappante celui que présentait la glande dans les premiers stades de son existence embryonnaire.

On voit donc que les cellules épithéliales présentent une évolution relativement rapide, révélée à l'œil par des changements de forme et de réactions chimiques. Ces changements sont de telle sorte qu'on ne les retrouve chez aucun élément anatomique non épithélial. En outre, comme ils sont en rapport avec les fonctions de l'élément épithélial qui les subit, ils varient d'une espèce à l'autre, et souvent ces variations sont assez notables pour être caractéristiques de l'organe auquel appartient la cellule épithéliale correspondante. A cet égard, l'évolution épidermique par exemple, en quelque endroit qu'elle se présente, ne saurait être méconnue, et, si l'on ne peut en dire autant de beaucoup d'autres organes, cela tient uniquement aux

lacunes qui existent encore sur ce point dans la science, des fonctions différentes ne pouvant être accomplies que par des éléments dissemblables.

Si l'élément pris à part offre déjà des particularités très tranchées, il en est de même pour les tissus qu'il constitue. Le tissu épithélial est le plus simple de l'économie : formé d'une seule espèce d'éléments simplement juxtaposés, sans qu'il existe entre eux aucune substance fondamentale; entièrement privé de vaisseaux propres; disposé en couches de revêtement qui tapissent des surfaces étendues, ou des cavités glandulaires de dimensions très restreintes, se régénérant constamment par une de ses faces, au fur et à mesure qu'il se détruit sur la face opposée, il nous présente un ensemble de caractères qui permettront de le reconnaître facilement dans la plupart des cas.

Cette autonomie et cette indépendance du système épithélial quand on le compare à tous les autres, est surtout frappante, lorsqu'on étudie chez l'embryon les deux feuillets à peu près exclusivement épithéliaux; l'ectoderme et l'endoderme. Sitôt constitués, ils ont leur vie propre; leurs cellules se multiplient incessamment par segmentation et suffisent ainsi à l'épaississement graduel de l'épiderme et de l'épithélium de revêtement des muqueuses dermo-papillaires, aussi bien qu'à l'augmentation en étendue des surfaces qu'elles tapissent. Plus tard, lorsqu'est arrivé le moment de la formation des invaginations qui donnent naissance aux divers parenchymes, aux poils, aux dents, aux cris tallins, etc, les bourgeons épithéliaux qui s'enfoncent dans les tissus mésodermiques sont isolés de ces derniers par une basement membrane établissant une ligne de démarquation bien nette.

Nous laissons de côté la discussion qui règne encore relativement au mode de génération des jeunes cellules épithéliales. Il est certain que, dans l'épiderme par exemple, les cellules de la couche basilaire, offrent fréquemment les aspects qui correspondent à la segmentation nucléaire, dans ses divers stades. D'autre part, M. le professeur Robin admet, dans ce cas, la formation libre des éléments destinés à remplacer ceux qui sont desquamés à la superficie. Il est un épithélium dont on semble avoir étudié tous les stades, mais sa nature particulière, ses attributions toutes spéciales, ne permettent pas de le prendre

comme type vis-à-vis des autres; nous voulons parler de l'épithélium génital mâle, dont la plus grande partie se transforme en ovules mâles et se desquame périodiquement chez la plupart des animaux; on voit seulement subsister quelques cellules qui se multiplient pour fournir les matériaux des générations ultérieures d'éléments spermatiques.

Voici donc bien un épithélium qui se suffit à lui-même pendant toute la durée de la vie, mais, encore une fois, on ne peut guère conclure de lui à tous les autres qui remplissent des fonctions bien différentes.

Il est encore une circonstance où la production des cellules épithéliales a été suivie avec une attention particulière par les observateurs : c'est celle où il y a régénération de ces éléments à la surface des plaies. Tous les auteurs sont d'accord pour dire que dans ce cas, la néoformation cellulaire se fait aux dépens des éléments anciens qui ont subsisté sur le pourtour de la plaie. Les difficultés qui s'opposent à la régénération de l'épiderme quand celui-ci a été enlevé sur une large surface ont amené la pratique des greffes.

On voit qu'en somme la majorité des faits semble plaider en faveur d'une descendance directe et continue, reliant entre elles toutes les cellules épithéliales issues d'un même feuillet blastodermique.

Nous ne pousserons pas plus loin ces considérations préliminaires, mais il était indispensable de fixer préalablement d'une manière précise, les caractères individuels relatifs aux cellules épithéliales, ainsi que ceux qui se rapportent à la structure et à la texture des tissus constitués par ces éléments. Ces notions seront d'une importance capitale pour l'étude des tumeurs qui résultent d'une hyperplasie pathologique des épithéliums.

III. — Des tumeurs épithéliales.

A l'exemple des tissus normaux dont elle dérive toute tumeur épithéliale se rapporte quant à son origine première à l'un des trois feuillets blastodermiques. Pourtant, comme l'ont fait la plupart des auteurs récents, nous adopterons pour les épithéliomas la division physiologique établie dans le chapitre précédent, et nous distinguerons parmi ces tumeurs celles qui

proviennent des épithéliums tégumentaires, et celles qui prennent naissance dans la profondeur des parenchymes.

Cette division est suffisamment justifiée par nos considérations préliminaires, elle a en outre l'avantage de s'accorder avec celle qui a été établie depuis longtemps par l'observation clinique.

Nous avons peu de chose à dire sur les épithéliomas tégumentaires, d'origine ectodermique. Leur étude anatomique se trouve consignée dans le célèbre mémoire de Thiersch (*der epithélialkrebs namentlich der Haut...,* Leipzig 1865) qui a définitivement fixé la science sur ce sujet, et qui peut être pris pour modèle dans toutes les recherches du même ordre. Cet auteur a insisté sur l'analogie que présentent les *cancroïdes* avec les involutions normales de l'ectoderme chez l'embryon ; il a de plus établi leur siège et leurs diverses variétés avec la plus grande exactitude, séparant les tumeurs superficielles nées des prolongements inter-papillaires du corps muqueux, des épithéliomas d'origine sous-cutanée qui se forment dans les glandes sébacées et sudoripares ; l'hypertrophie de ces dernières a été signalée en premier lieu par M. le professeur Verneuil.

Mais l'opinion est loin d'être fixée avec la même précision au sujet des productions épithéliales qui débutent dans les divers parenchymes et même au sujet de celles qui dérivent du feuillet interne et du feuillet moyen. Malgré les remarquables recherches publiées par Waldeyer (Voy. l'historique), qui professe avec une netteté absolue la théorie épithéliale, la grande majorité des anatomo-pathologistes est demeurée sous l'empire des doctrines de Virchow qui jouissent encore aujourd'hui d'une grande popularité, surtout en France. Nous verrons par la suite quelles ont pu être les causes d'une divergence d'opinions aussi accentuée.

Suivant les principes que nous avons posés plus haut, nous rechercherons successivement :

1° La nature et le mode d'évolution de l'élément fondamental ;

2° Les lésions accessoires que peuvent présenter les éléments avoisinants ;

3° Les caractères de structure et de texture du tissu pathologique considéré dans son ensemble.

Les éléments des tumeurs épithéliales dérivent directement des cellules épithéliales qui ont été le point de départ du néoplasme. En ce qui concerne leur mode de naissance, celle-ci s'effectue par les mêmes procédés que pour les cellules normales : la scissiparité paraît être le cas le plus fréquent, mais la gemmation et la formation endogène ont également été signalées par la plupart des observateurs. Nous n'assistons en somme ici, qu'à l'exagération quantitative de la reproduction cellulaire qui se poursuit incessamment à l'état physiologique. Les jeunes cellules, une fois nées, prolifèrent à leur tour, et ainsi naissent des amas épithéliaux de plus en plus considérables, et dont la présence ne tarde pas à altérer la physionomie normale de l'organe dans lequel ils siègent.

L'évolution des éléments néoformés rappelle presque toujours quelques-uns des caractères qui distinguent l'épithélium normal correspondant (1).

Parmi ces caractères les plus importants peut-être, et à coup sûr les plus faciles à constater sont ceux qui résultent de l'accumulation des cellules une fois qu'elles ont parcouru les diverses phases de leur carrière, et qu'elles ne peuvent pas disparaître par desquamation comme à l'état normal. Que sont en effet, les globes épidermiques qu'on rencontre souvent en si grand nombre dans les épithéliomas du tégument externe, si ce n'est des amas de lamelles cornées qui demeurent emprisonnées dans la profondeur des tissus? On les voit débuter par le passage à l'état corné des cellules centrales d'une masse épithéliale, celles qui sont le plus éloignées des vaisseaux nourriciers; ils s'augmentent ensuite progressivement par l'apposition des éléments les plus voisins, et sous l'influence de la pression exercée par les cellules periphériques, ces éléments cornés s'applatissent, s'imbriquent les unes sur les autres et constituent des globes sphériques ou des cylindres allongés. Ces productions ne sont pas exclusivement pathologiques, car on les retrouve durant la vie embryonnaire et chez les jeunes enfants, dans les points où

(1) La figure 7, pl. II, représente une portion d'un épithélioma ulcéré du co utérin. L'épithelium y est régulièrement disposé et a conservé d'une façon frappante la forme qu'il revêt normalement dans les glandes de cette région.

Les figures 5, pl. 5 et 6, pl. II, sont prises sur un épithélioma des fosses nasales. La couche épithéliale est très épaissie et les cellules superficielles ont pris la forme pavimenteuse ainsi que cela s'observe à la surface des polypes du nez.

l'épiderme prolifère avec le plus d'activité (repli balano-préputial, paupières, etc...). Même le diamètre des perles est généralement en raison directe de l'épaisseur que présente la couche cornée superficielle elle-même dans les diverses régions.

S'agit-il d'une tumeur du système intestinal, on observe fréquemment des kystes remplis d'une sorte de mucus granuleux mélangé de cellules épithéliales et rappelant complètement le contenu normal des follicules, notamment lorsque ce dernier s'est accumulé et a plus ou moins distendu les parois glandulaires. Mais c'est surtout dans les parenchymes que les formations ce ce genre présentent une très grande diversité. Dans la mamelle, par exemple on trouve tous les intermédiaires depuis des cavités kystiques tapissées par un épithélium dont l'apparence ne s'écarte presque pas de ce qu'on voit à l'état physiologique et remplies d'un liquide lactescent, jusqu'à des amas granuleux dus à la destruction des parties centrales de cylindres ou de lobules épithéliaux volumineux ; ces amas peuvent présenter diverses transformations, telles que la production de cristaux de cholestérine par exemple (voy. fig. 8, pl. II) ou celles qui sont consécutives à des épanchements hémorrhagiques qui se font au milieu des débris épithéliaux.

Il est facile de comprendre comment, dans ces conditions, l'évolution épithéliale se présente dans les formations pathologiques avec plus de diversité encore qu'à l'état normal.

De même qu'on voit chez l'embryon les tissus mésodermiques se modifier au voisinage des involutions glandulaires, par le développement des vaisseaux, de la charpente conjonctive des glandes et des enveloppes que le tissu cellulaire fournit à beaucoup d'organes épithéliaux, de même aussi la prolifération anormale des épithéliums chez l'adulte retentit de diverses manières sur la nutrition des tissus voisins. Seulement ici nous n'assistons plus à l'édification graduelle d'organes premiers définitifs, mais à une croissance désordonnée, toujours progressive, et qui ne tarde pas à amener des lésions très appréciables. Pour la commodité de la description nous ferons rentrer l'étude de ces dernières dans celle des diverses variétés que présente le tissu morbide considéré comme un tout.

Nous devons éliminer d'abord les tumeurs purement kystiques

résultant de l'accroissement de cavités glandulaires préexistantes, sans qu'il y ait une altération notable dans la forme de l'épithélium. Ce dernier, il est vrai, a subi une multiplication exagérée, mais celle-ci ne s'est faite qu'en surface proportionellement à l'étendue de la paroi kystique. C'est là une lésion purement mécanique, que l'on peut produire artificiellement en obstruant les conduits excréteurs, et qui ne se lie par elle-même à aucun état pathologique. Nous verrons par la suite qu'on observe assez fréquemment des kystes, le plus souvent de petit volume (microcystes de M. Malassez) dans les épithélion mas proprement dits; lorsqu'elles sont plus grandes, la présence de ces cavités est accidentelle et tout à fait secondaire, et ne modifie nullement a signification anatomique de la lésion primitive. Quant aux véritables tumeurs épithéliales dont nous devons traiter ici, elles se présentent sous des aspects très variés, selon que les parties nouvellement formées se rapprochent on s'écartent du type de l'organe normal dont elles dérivent. Dans le premier cas elles sont dites typiques, dans le second atypiques (ou métatypiques, Malassez). C'est à ces différences que répondent également les anciennes dénominations d'adénomes, d'épithéliomes tubulés, de polyadénomes, hétéradénomes, concroïdes glandulaires, etc... de divers auteurs.

On peut dire que toutes ces distinctions, partie anatomiques partie cliniques, qu'on a établies entre les tumeurs épithéliales sont basées principalement sur la diversité des rapports qu'affectent les parties épithéliales de nouvelle formation avec les tissus ambiants, et notamment avec le tissu conjonctif.

Les simples kystes, sous ce rapport, ne peuvent guère qu'exercer sur les parties voisines une compression plus ou moins gênante, et leur action ne diffère pas de celle d'une tumeur graisseuse ou autre qui serait développée au même point.

Mais il en est tout autrement pour les épithéliomas. Lorsqu'une involution, partie, par exemple du corps muqueux de Malpighi pénètre dans les tissus sous-jacents, ceux-ci ne tardent pas à être le siège de phénomènes absolument analogues à ceux de l'inflammation : on observe alors une néoformation vasculaire et la genèse d'un grand nombre de petites cellules rondes qu'on a pris l'habitude depuis quelques années de qualifier du nom de *cellules embryonnaires* — et sur lesquelles nous aurons

à revenir longuement dans la suite de ce chapitre. Le tissu cellulaire avoisinant peut passer ainsi par tous les stades de l'inflammation, et aboutir parfois à la formation d'un tissu cicatriciel dur et rétractile, ainsi qu'on l'observe dans le squirrhe. D'autres fois encore on assiste à la formation de noyaux cartilagineux (notamment dans le testicule) ou de lamelles osseuses comme celle qui est représentée en C (pl. II, fig. 10) entre les lobules d'un épithélioma des glandes de la voûte palatine; nous avons trouvé également des productions cartilagineuses dans une tumeur semblable du voile du palais. Ces lésions de voisinage peuvent même prendre un développement tel qu'elles surpassent et masquent même quelquefois la prolifération initiale de l'épithélium; c'est ce qui a fait admettre par beaucoup d'anatomo-pathologistes l'existence de tumeurs mixtes, telles que la combinaison du cancer et du sarcôme par exemple, lorsque le tissu lamineux passe à l'état fibro-plastique (Voy. Rindfleisch. loc. cit. p. 139). Mais il suffira de dire que, dans les cas de généralisation, ces produits accidentels de la tumeur primitive ne se. retrouvent ordinairement pas dans les foyers consécutifs pour prouver qu'on ne doit y attacher qu'une importance de deuxième ordre.

Lorsqu'on veut se faire une idée des diverses variétés d'épithéliomas, il est difficile de prendre comme exemple un organe autre que la mamelle. C'est sur cette glande qu'ont roulé, en effet depuis plus d'un siècle, les principales discussions des anatomo-pathologistes, et cette prédilection est amplement justifiée par la fréquence et la diversité des tumeurs dont cette région est le siège. Pourtant, il nous paraît opportun de faire quelques réserves à ce sujet : la glande mammaire est, en effet, une exception au point de vue physiologique, parmi tous les organes du même ordre, en ce sens que sa fonction est soumise à des intermittences complètes. Or à chacune de ces dernières répond une atrophie totale des parties sécrétantes, et chaque reprise d'activité est marquée par la production d'éléments glandulaires nouveaux. Cette production se fait exactement suivant le même mécanisme que celui que l'on observe lors des premiers développements d'une glande acineuse quelconque, et la fréquence des tumeurs dans un organe qui présente chez l'adulte de pareils phénomènes établit un lien de plus entre

les hypertrophies pathologiques des épithéliums et les involutions qu'ils forment durant la vie embryonnaire. Mais d'autre part il faut tenir compte de ces conditions tout à fait exceptionnelles et classer à part certaines hypertrophies mammaires consistant en une production anormale de culs-de-sac glandulaires parfaitement conformés, munis de leur paroi propre et ne s'éloignant de l'état normal que par leur nombre exagéré (adénome vrai); une lésion analogue n'a été trouvée ailleurs que dans quelques cas très rares.

Mais en écartant ainsi les altérations qui se rapportent au mode particulier du fonctionnement de la mamelle, les hypertrophies purement épithéliales de cette glande nous présentent encore une longue série de formes fort intéressantes et dont l'étude a été très bien faite durant ces dernières années.

Dans la forme la plus *typique*, les acini d'une portion toujours restreinte de la glande deviennent le siège d'une prolifération épithéliale qui comble d'abord la cavité des culs-de-sac, puis les distend progressivement au point que leur diamètre est jusqu'à cinquante ou soixante fois plus grand qu'à l'état normal. Cet état constitue le cancroïde de Billroth, l'épithélioma intra-canaliculaire de Labbé et Coyne, l'adénome de Rindsfleisch. Les cellules épithéliales se multiplient par divisions successives, et au lieu de subir les diverses transformations qu'elles offrent à l'état de lactation, elles se trouvent peu à peu repoussées vers le centre de la cavité glandulaire jusqu'au moment où trop éloignées des capillaires péri-acineux et ayant achevé leur évolution, elles se détruisent et forment un amas granuleux qui est ici l'analogue des globes épidermiques des cancroïdes cutanés. Souvent ces détritus s'accumulent progressivement et finissent par apparaître sur la surface de section de la tumeur comme des petits kystes à contenu caséeux. D'autres fois, au contraire un même acinus hypertrophié présente un grand nombre de ces cavités microscopiques et alors l'épithélium encore vivace forme entre elles une sorte de trame réticulée; c'est la disposition qui se trouve représentée en *a* pl. I, figures 3 et 4. Toutes les formations microcystiques des épithéliomas ont une signification analogue, et chacune des petites excavations représente en quelque sorte une ébauche de cul-de-sac glandulaire. Elles abondaient dans certaines parties d'une tumeur glandulaire de

la voûte palatine (voy. pl. II, fig. 10 *b)* et l'on en rencontre assez fréquemment dans la plupart des hypertrophies de cette nature.

Dans cette forme la charpente lamineuse de la mamelle n'est pas notablement altérée ; assez souvent la paroi propre demeure visible au pourtour des acini hypertrophiés, et beaucoup d'auteurs rangent ces sortes de tumeurs parmi les lésions relativement bénignes et susceptibles d'une ablation complète et non suivie de récidive.

Mais le plus souvent la néoformation épithéliale ne se borne pas à remplir les cavités glandulaires préexistantes ; après un temps variable, souvent très court, la tumeur prend une marche plus rapide et n'est plus séparée des tissus avoisinants par une limite aussi nette. L'examen anatomique pratiqué à cette période montre que les culs-de-sac hypertrophiés ont émis de divers côtés des prolongements épithéliaux qui s'avancent en se ramifiant de tous côtés et envahissent ainsi de proche en proche les tissus voisins. C'est ce que l'on a appelé les tumeurs atypiques ; le nom d'*épithélioma diffus* serait celui qui conviendrait le mieux. Dans les cas de ce genre, ce n'est pas seulement l'ensemble de la tumeur qui est atypique par rapport à la glande normale, mais les cellules épithéliales elles-mêmes subissent des changements de forme et de structure, et prennent l'aspect des cellules dites spécifiques et cancéreuses par les anciens histologistes. Nous n'entrerons pas ici dans la description des diverses variétés (encéphaloïde, squirrhe, etc.), notre but étant simplement d'esquisser une théorie générale sur l'évolution des épithéliomas diffus.

A partir du moment où l'épithélium a franchi les barrières que lui opposaient les parois des glandes et qu'il a fait irruption au dehors, les téguments voisins présentent des modifications inflammatoires dont nous avons parlé plus haut. Chaque cylindre, et par suite tout l'ensemble du néoplasme, se trouve séparé des tissus sains par une zone d'envahissement que rien ne distingue au point de vue anatomique, d'un tissu qui serait le siège d'une vive inflammation. Le tout peut se comparer à un arbre épithélial émettant constamment de nouvelles branches et s'étendant ainsi progressivement de tous côtés. Quant à l'action que cet accroissement désordonné exerce sur les or-

ganes avoisinants, elle est éminemment destructive; tiss cellulaire, aponévroses, vaisseaux, muscles, os, glandes, tout, en un mot disparaît pour être remplacé par l'épithélium dont la prolifération n'a plus d'autre terme que celui de la vie du malade.

Tel est en peu de mots, le mode d'origine et d'accroissement des épithéliomas diffus, et si l'on prenait comme exemples les parenchymes autres que la mamelle, chacun offrirait certaines particularités propres, mais le tableau général serait le même.

Les matières premières nécessaires à l'augmentation progressive de la masse épithéliale lui sont fournies, d'abord par les vaisseaux de l'organe malade, puis par le réseau vasculaire de la zone d'envahissement. Mais il arrive le plus ordinairement que les premiers vaisseaux nourriciers se trouvent comprimés et finalement détruits par les progrès du néoplasme, et alors les portions les plus anciennes de ce dernier se mortifient par foyers souvent très étendus. C'est là l'origine de ces masses caséeuses qu'on trouve fréquemment dans les cancers du sein, du testicule, etc; c'est là aussi le mécanisme de l'ulcération.

Rindfleisch admet que l'accroissement présente son maximum d'activité au niveau du réseau lymphatique qui, pour lui, forme la limite des *territoires vasculaires*, et il a fondé sur cette hypothèse une théorie en quelque sorte mécanique de ce qu'il appelle la *destructivité des carcinomes* et des autres tumeurs malignes.

Un fait remarquable dans l'histoire des épithéliomas c'est que le foyer primitif de la lésion est toujours unique. On a bien cité quelques cas où le début se serait effectué sur deux ou trois points simultanément, mais il paraît probable qu'il y a eu là quelque erreur, tout au moins ce seraient là de grandes exceptions. En outre la localisation correspond toujours à l'un des trois feuillets blastodermiques; au niveau de l'orifice anal, par exemple on peut observer deux variétés d'épithéliomas; l'un, interne à cellules cylindriques reproduisant la structure des follicules glandulaires du rectum; l'autre externe, ayant le type des cancroïdes de la peau, et se distinguant par la rareté et même par l'absence complète des globes épidermiques. (Ce fait s'explique aisément lorsqu'on considère que la muqueuse qui tapisse la marge de l'anus présente une couche

cornée d'une extrême minceur.) En aucun cas on ne voit les deux épithéliums proliférer en même temps de manière à concourir tous deux à la formation d'une tumeur à type mixte. La région du cardia présente aussi cette même particularité.

Lorsqu'un épithélioma de la mamelle arrive au contact de la face profonde de l'épiderme, ce dernier s'amincit et disparaît par ulcération, sans que jamais ses éléments propres participent à la polifération morbide des autres. Il y a même plus : le point d'origine de l'altération ne siège jamais que dans un groupe très restreint de lobules glandulaires, et les lobules normaux du voisinage sont envahis et détruits, tout comme les autres tissus (Voy. planche I, fig. 1) (1). La muqueuse de la joue se comporte de même à l'égard de la peau de la face, etc. Cette localisation de la lésion première en un seul point constitue une particularité des plus curieuses et il serait fort intéressant d'en déterminer la loi, de rechercher si les colonnes inter-papillaires du réseau de Malpighi ou les lobules mammaires primitivement atteints appartiennent à un même petit territoire vasculaire ou nerveux, par exemple.

Les tumeurs épithéliales peuvent progresser de deux façons :

1° Par extension du foyer primitif qui envahit les tissus voisins ainsi qu'on vient de le voir ;

2° Par propagation à distance, lorsque des foyers secondaires se forment sur d'autres points de l'économie ; c'est ce mode qui a reçu le nom de généralisation.

Ce mot est susceptible de deux interprétations différentes : ou bien des foyers secondaires résultent de la propagation à distance du foyer primitif ; ou bien il naît des tumeurs dans différents points du corps sous l'influence même de la diathèse qui a causé la production de la tumeur primitive.

Or, il est deux faits qui dominent toute l'histoire de la généralisation des tumeurs dites cancéreuses ; d'abord l'examen anatomique nous montre que les foyers secondaires, quelle que soit la distance qui les sépare du foyer primitif, reproduisent la structure histologique de ce dernier ; ensuite, le lieu d'élec-

(1) Il en est de même pour les formations qui caractérisent certaines tumeurs adénoïdes dites *fibromes* de la mamelle ; c'est là un des soi-disant exemple de tumeur bénigne se transformant en cancer (Voy. planche I, fig. 2). Comp. Max Elsaesser. Zwei Faelle von Fibrom der Mamma mit Uebergang in Carcinom. Virch. Arch. 1880.

tion pour la formation des tumeurs secondaires est représenté par les ganglions auxquels vont aboutir immédiatement les lymphatiques de la partie malade. Il paraît évident que si le foyer secondaire naissait indépendamment du foyer primitif, il devrait avoir une structure rappelant celle de l'organe où il s'est développé, et non celle de la tumeur primitive. Et pourtant c'est là un fait sans exception, et qui se maintient même dans les cas où la première tumeur a été enlevée chirurgicalement plusieurs années auparavant. Inutile de dire qu'il en est de même pour les récidives sur place. Etant reconnu que les tumeurs secondaires doivent être considérées comme des colonies de la première, les anatomistes ont émis diverses hypothèses pour expliquer le mécanisme intime du phénomène. Les uns ont pensé que, sur un individu soumis à la diathèse, des éléments épithéliaux éloignés de ceux qui ont été altérés en premier lieu et absolument différents d'eux pouvaient subir une transformation qui les rendait pareils à ces derniers, mais il est clair que cette explication ne peut s'appliquer qu'aux foyers secondaires qui siègent eux-mêmes dans un organe épithélial. Et que dirons-nous alors des hétérotopies qui se font dans la moelle des os, par exemple; ou dans tout autre tissu dépourvu d'épithélium?

Une deuxième opinion est celle qui repose sur l'embolie cancéreuse des éléments de la tumeur primitive qui, entraînés par le torrent circulatoire, demeurent fixés dans un point éloigné de l'organisme et y deviennent le point de départ d'une colonie épithéliale.

Il y a enfin la théorie de l'*infection* qui admet, avec quelques variantes, que les cellules épithéliales malades agissent par une sorte d'action catalytique sur des éléments non épithéliaux du voisinage, et les transforment, par *infection* en cellules *épithélioïdes* prenant elles-mêmes par la suite l'aspect et les propriétés contagieuses des premières. Nous aurons à discuter cette hypothèse dans un des paragraphes suivants.

En se reportant à tout ce qui vient d'être dit on voit que la connaissance complète d'une tumeur quelconque, même au point de vue purement anatomique, exige des données multiples et assez complexes; déterminer avec précision le point d'origine, poursuivre les différents stades d'évolution de l'élé-

ment primitivement lésé, reconnaître les altérations accessoires des tissus voisins et tout cela en notant les particularités qui varient non seulement suivant les organes, mais aussi suivant les individus ; comparer enfin l'ensemble de tous ces phénomènes pathologiques avec ceux qu'offre le développement normal des organes correspondants, aligner les résultats ainsi obtenus par l'examen d'une série de tumeurs analogues prises à différents états de développement, voilà certes une tâche laborieuse et difficile.

Et telle est pourtant la seule marche logique à suivre d'après les règles qui nous sont tracées par l'anatomie générale. Les obstacles qu'on rencontre dans cette voie sont déjà très grands quand il s'agit d'anatomie normale; en anatomie pathologique ils sont souvent insurmontables. Aussi ne faut-il pas s'étonner de trouver sur une question comme celle des tumeurs cancéreuses tant d'opinions contraires, de singulières hypothèses, de points douteux et même tout-à-fait ignorés.

Ainsi la détermination directe du point d'origine d'un épithélioma n'est pas toujours chose aisée ; elle a été faite en premier lieu sur les cancroïdes de l'épiderme et de ses dépendances. Waldeyer l'a faite pour l'estomac, à force de patientes recherches. Rindfleisch estime qu'on a démontré l'existence de *carcinomes glandulaires* dans les glandes salivaires, la mamelle, le testicule, l'ovaire, la prostate, le corps thyroïde, la muqueuse nasale, le foie, l'estomac, et le rein. Mais pour les tumeurs anciennes ou à marche très rapide, il arrive fréquemment que le point d'origine a été détruit par l'ulcération ; d'autre part, pour peu que la production pathologique soit volumineuse, il n'est guère possible, avec les moyens dont nous disposons actuellement, de la soumettre tout entière à l'examen microscopique. Il est vrai que l'examen macroscopique, une dissection soigneusement faite à l'œil nu ou en s'aidant de la loupe peut rendre de grands services en indiquant d'une manière plus ou moins précise dans quelle portion des tissus malades on devra rechercher le point de départ du néoplasme. Mais il arrivera bien souvent que la sagacité de l'observateur se trouvera en défaut, et alors on ne pourra établir le diagnostic que par analogie et en s'appuyant sur des caractères distinctifs d'un ordre plus général et pouvant se rapporter à toutes les parties du tissu morbide.

Or il faut bien avouer qu'il est des épithéliomas qui revêtent de très bonne heure une forme très atypique, et alors les caractères généraux eux-mêmes sont plus ou moins effacés; dans d'autres cas, c'est l'étendue ou l'importance des lésions de voisinage qui vient induire l'observateur en erreur.

Aussi peut-on dire avec Rindfleisch que si les règles de l'anatomie pathologique vraiment scientifique ont été formulées depuis fort longtemps, elles n'ont jamais été appliquées rigoureusement.

On avait conservé du siècle dernier, l'habitude de classer à part les productions pathologiques, au lieu de les rapporter aux tissus normaux, et on les désignait sous des noms empruntés aux anciens qui ne leur avaient accordé qu'une signification clinique. L'idée dominante était de trouver entre la lésion et le syndrôme clinique un parallèle qui n'existe pas : de là naquit la théorie des éléments hétéromorphes et spécifiques.

L'école française a inauguré de bonne heure la méthode scientifique telle que nous avons cherché à l'établir plus haut; mais ses préceptes, basés sur l'anatomie générale, n'étaient guère faciles à mettre en pratique. L'anatomie pathologique ainsi comprise était chose peu aisée et demeurait en réalité l'apanage des rares histologistes de l'époque. Aussi vit-on bientôt la masse du public, qui préfère toujours les solutions qui lui paraissent les plus simples, s'engager à la suite de Virchow dans une voie différente, et demander, pour la question du cancer, à un *tissu spécifique* la solution tant désirée que la cellule spécifique n'avait pu lui donner.

Avec le carcinome alvéolaire de Virchow cette solution parut trouvée aux yeux du plus grand nombre : les manifestations anatomiques de la maladie cancéreuse étaient caractérisées par l'apparition d'un tissu spécial composé d'une charpente ou *stroma* de tissu conjonctif, creusée d'un système de cavités ou alvéoles qui renfermaient en même temps que le suc laiteux de Cruveilhier les cellules aux formes bizarres considérées jadis comme spécifiques par Lebert. Comme toutes les tumeurs, ce carcinome dérivait du tissu conjonctif.

Le passage de l'un à l'autre se faisait de la manière la plus simple, par prolifération des cellules fixes du tissu cellulaire.

lesquelles comblaient peu à peu les espaces de ce tissu et prenaient les caractèrss des cellules dites cancéreuses.

On méconnut de la sorte l'évolution épithéliale, si facile à constater dans la plupart des productions de ce genre, et l'on ne s'arrêta pas à ce qu'avait d'étrange, au premier abord, ce tissu qui ne trouvait son analogue en aucun point de l'économie.

Il n'est aucun des caractères sur lesquels on s'est fondé pour distinguer le carcinome vrai des épithéliomas qui ne puisse se retrouver dans n'importe quelle tumeur épithéliale à marche rapide. Tous les auteurs qui admettent le carcinome alvéolaire ont méconnu l'importance de la lésion primitive et ont exagéré celle des altérations de voisinage consécutives à la première. Cette manière de voir arrive à son summum avec Cornil et Ranvier, qui proposent pour les productions de ce genre le nom de *fibrome alvéolaire*.

Théorie des cellules embryonnaires. — Vers la même époque, Virchow émit une autre hypothèse, d'une portée beaucoup plus générale, et dont l'histoire est inséparable de celle du carcinome d'origine conjonctive. Pour expliquer d'une façon générale toutes les néoformations pathologiques, les anciens histologistes avaient fait succéder à la doctrine de la lymphe plastique et organisable de Hunter, celle des cytoblastèmes dans lesquels devaient naître de toutes pièces tous les éléments de nouvelle formation (génération équivoque ou spontanée, Schwann). Virchow faisant ici une application de son principe *omnis cellula e cellulâ* fit dériver directement toutes les cellules nouvelles de celles qui préexistent dans les tissus et qui se multiplieraient par division. Pour lui, sous l'influence d'une *irritation*, les cellules fixes du tissu conjonctif prolifèrent et donnent naissance à un grand nombre de petits éléments arrondis; il donne à ces derniers le nom de *cellules de formation*, et au tissu qu'elles constituent le nom de *tissu de granulation*. Ces cellules, selon lui, aurait toutes les propriétés des *cellules embryonnaires*, et pourraient se transformer en n'importe quel élément anatomique adulte; en un mot, elles seraient à l'état *indifférent*, et n'attendraient qu'une incitation appropriée pour *se différencier*, c'est-à-dire pour évoluer dans un sens ou dans l'autre. L'incitation indispensable serait donnée aux *cellules embryonnaires* par les éléments déjà différenciés

et adultes qui exerceraient sur les premières une sorte d'action de voisinage ou action catalytique.

On le voit, cette théorie n'a fait que transporter à un élément anatomique la propriété de s'organiser en tissus par action de contact, que les anciens avaient attribuée à la lymphe plastique.

La *diapédèse* de Conheim eut pour résultat immédiat de fournir un nouvel aliment à cette doctrine : c'étaient les globules blancs émigrés des vaisseaux et multipliés par segmentation qui donnaient naissance aux cellules indifférentes. D'autres, plus éclectiques, admirent qu'elles pouvaient provenir simultanément de l'une ou de l'autre source.

Une pareille doctrine est absolument contraire à tout ce que nous savons de l'évolution des êtres vivants quel qu'ils soient. L'histogénie nous apprend, à n'en pas douter, que tout élément anatomique, à partir du moment de son apparition, suit une courbe évolutive déterminée; il peut périr accidentellement ou s'arrêter pendant un temps plus ou moins long à tel ou tel stade de son développement, mais dans aucun cas il ne peut changer de route. D'ailleurs, Virchow a reconnu tout le premier combien était hypothétique et artificielle sa théorie du tissu de granulation :

« Jusqu'à l'époque où se forment les cellules indifférentes de granulation, et même pendant la période caractérisée par leur présence, il est impossible de reconnaître ce qu'il en adviendra. Un cancer, dans ce stade, ressemble à un tubercule... Je ne veux pas dire pour cela que ces cellules soient entièrement indifférentes; mais elles nous apparaissent telles; elles ne présentent aucun caractère qui nous fasse reconnaître leur particularité; il en est comme des cellules embryonnaires dont il nous faut bien admettre qu'elles renferment déjà, chacune en particulier, quelque chose qui motivera leur développement ultérieur, bien que cependant nous ne puissions rien en distinguer.

« Après cette période commence la différenciation... » (Virchow. *Traité des Tumeurs.*)

Malgré cela, l'hypothèse est demeurée dans la science; à la longue, elle a passé pour un fait constaté, et l'on se réclame, pour la soutenir, de l'embryogénie et du développement nor-

mal. Voici, par exemple, les idées émises récemment par Rindfleisch, un des partisans les plus décidés de la théorie épithéliale du cancer, et qui cherche à expliquer les néoplasies pathologiques en se basant sur le développement et l'accroissement des tissus normaux.

Pour cet auteur, il existe un *appareil intermédiaire de la nutrition* constitué par l'association du système vasculaire et du tissu conjonctif.

L'accroissement normal des tissus se fait suivant deux modes bien distincts :

1° L'*accroissement primaire*, continuation du développement embryonnaire se fait par l'apposition aux éléments déjà existants de cellules embryonnaires qui prendraient ensuite les caractères des précédents. Cette apposition est périphérique ou intercalaire, et les *cellules de formation* sont des leucocytes sortis des vaisseaux par diapédèse ou des descendants de ces leucocytes ;

2° L'accroissement secondaire résulte de la multiplication des éléments adultes du tissu ; l'appareil intermédiaire de la nutrition ne lui cède que des principes immédiats, tandis qu'il fournit à l'accroissement primaire des éléments anatomiques tout formés.

Suivant les organes que l'on envisage, c'est l'un ou l'autre mode qui prédomine. Pour les organes formés par des parties épithéliales associées à du tissu conjonctif, c'est l'accroissement secondaire.

En général, les épithéliums seuls ont une certaine autonomie propre, une certaine indépendance de l'appareil de la nutrition lorsqu'on les compare aux autres tissus.

Les néoformations pathologiques ne sont que des hyperplasies dont la plupart résultent exclusivement d'une activité exagérée de l'accroissement primaire.

Cette ingénieuse théorie du tissu embryonnaire peut servir de lien entre les opinions les plus opposées ; elle est aujourd'hui encore le point de refuge des derniers partisans du carcinome alvéolaire.

On a vu, dans le chapitre Ier, comment les premiers histologistes français s'étaient laissés entraîner à la suite de Laënnec dans la doctrine de la cellule spécifique ; mais le groupe des

cancers vrais allant en se rétrécissant tous les jours, à mesure que l'on découvrait l'origine épithéliale de telle ou telle tumeur maligne, lorsque sous l'influence de Virchow, la direction des idées changea complètement. Il y a un certain intérêt à suivre les phases diverses que la question a traversées depuis cette époque.

L'hypertrophie des épithéliums glandulaires était chose trop évidente dans la plupart des carcinomes, pour pouvoir passer longtemps inaperçue. On commença par l'attribuer simplement à l'irritation de voisinage, tandis que les phénomènes, en réalité secondaires, qui se passaient dans le tissu conjonctif avoisinant étaient pris pour le fond même de la lésion.

Plus tard, on admit l'existence de deux formes distinctes : le carcinome vrai, d'origine conjonctive, et le carcinome épithélial ; ce dernier n'a cessé depuis lors de gagner du terrain dans l'opinion.

Puis, la théorie du tissu embryonnaire permit de tout concilier, les tumeurs ayant une origine nettement épithéliale, mais s'accroissant ensuite par apposition d'éléments embryonnaires, lesquels, par infection de voisinage, prennent une forme épithélioïde.....

Nous ne pouvons discuter ici le fond même de cette question des *cellules de formation ;* leur histoire appartient à celle de l'inflammation et non à celle du cancer. Fidèle aux règles que nous nous sommes tracées au début, nous nous reporterons simplement aux phénomènes du développement normal des glandes. Prenons comme exemple une glande sudoripare, ou la mamelle dans les premiers temps de son existence : on voit dans ce cas partir de la face inférieure de l'épiderme un bourgeon épithélial qui s'accroît par son sommet, s'allonge ainsi et pénètre peu à peu dans les tissus mésodermiques. Les cellules qui forment ce bourgeon ont des caractères nettement épithéliaux dans la partie supérieure qui avoisine l'épiderme ; mais si nous considérons l'extrémité qui s'allonge constamment grâce à la division incessante des éléments qui la constituent, on verra que ces cellules extrêmes, en voie de prolifération très active, ont une forme arrondie, un volume un peu moindre que leurs aînées, et présentent plus ou moins l'*état indifférent* de Virchow. Cependant, personne ne dira que ce sont des cellules

embryonnaires du feuillet moyen qui viennent se juxtaposer à celles du bourgeon ectodermique. C'est qu'ici ce dernier est nettement séparé des tissus sous-jacents par une zone hyaline mince, prolongement de la basement membrane épidermique et représentant l'ébauche de la future paroi propre glandulaire. Mais il n'en est plus de même dans les involutions pathologiques où la croissance est plus active, désordonnée, et où le mésoderme, au lieu de fournir peu à peu un réseau vasculaire pour la future glande, présente tous les troubles de l'inflammation. La limite de séparation, dans ces conditions, est souvent beaucoup moins nette, surtout si l'on admet avec Waldeyer que les jeunes cellules épithéliales sont douées de mouvements amiboïdes.

« Lorsque, par exemple, il s'agit de l'épithélium envahissant le derme, de tumeurs épithéliales, hétéradéniques ou formées de noyaux embryoplastiques pénétrant un muscle, un os, etc., d'autres faits se dévoilent encore à l'observateur. Sur la ligne de jonction du tissu morbide avec le tissu normal, mais empiétant un peu sur celui-ci, on peut voir des noyaux d'épithélium, ou des noyaux embryoplastiques, etc., déjà nés dans les interstices des fibres du derme, dans les interstices des faisceaux striés des muscles, ou situés dans l'épaisseur même de ces derniers. Par leur empiètement sur la substance de ces parties, qu'ils font ainsi disparaître à l'endroit que chacun d'eux occupe, ils prennent en quelque sorte l'avance, comme éléments, eu égard à la masse morbide considérée comme organe ou comme tissu qui en envahit un autre. Dans le cas des épithéliums, des culs-de-sac glandulaires ou hétéradéniques, etc., envahissant un os, on voit ces éléments s'avançant déjà au delà de l'excavation que s'est creusée la masse de la tumeur, on les trouve dans les canalicules vasculaires ou de Havers, dans les vacuoles médullaires naturelles des os spongieux, ou dans les petites cavités dont ils ont déterminé la formation en comprimant la substance osseuse, parce que leurs propriétés de nutrition, de développement et de naissance sont plus énergiques que les mêmes propriétés dans le tissu osseux. » (Ch. Robin. — *Sur les divers modes de naissance des éléments anatomiques*. — *Journal de l'anat.*, 1865, p. 143.)

Ce sont là des phénomènes complexes, demandant sur bien

des points des recherches plus précises, et qu'on ne saurait expliquer au moyen d'hypothèses contraires aux lois générales du développement des éléments anatomiques (1).

Remarquons enfin que le prétendu carcinome alvéolaire n'a guère été décrit comme lésion primitive que dans les organes épithéliaux, et que les quelques cas contraires doivent être considérés comme des erreurs d'observation.

Il nous reste à traiter le côté le plus obscur et le plus difficile de la question relative aux tumeurs épithéliales. D'après ce qui précède on a pu voir que nous possédons aujourd'hui des connaissances assez précises sur les épithéliomas de la peau et des muqueuses, y compris le système intestinal, ainsi que sur ceux de la plupart des parenchymes. Mais il est toute une catégorie d'épithéliums dont nous n'avons pas encore parlé, ce sont ceux des séreuses et des vaisseaux, tous d'origine mésodermique. Il existe bien à cet égard un certain nombre d'observations, mais nous sommes loin d'être édifiés suffisamment sur le rôle que peuvent jouer ces parties, et notamment les épithéliums vasculaires dans la formation des tumeurs. On a décrit ainsi sous le nom d'endothéliomes, cylindromes, etc., une série de productions, apparemment assez rares et susceptibles d'interprétations très diverses. Cette lacune dans nos connaissances a beaucoup contribué à la popularité dont a joui le cancer d'origine conjonctive, mais il y a encore une autre cause sur laquelle nous insisterons particulièrement : c'est la présence dans diverses régions de l'économie d'organes rudimentaires en partie peu étudiés, et de restes de la vie embryonnaire, qui sont, sans exception, des organes épithéliaux.

Les vestiges d'organes transitoires qui persistent après la vie intra-utérine ont attiré depuis longtemps l'attention des médecins par leur tendance à donner lieu à des productions kystiques. On peut citer surtout des kystes dermoïdes et pileux des diverses régions et ceux qui se développent dans les organes génitaux ; mais on a beaucoup moins songé à appliquer ces notions embryogéniques à la génération des tumeurs épithéliales. Nous en trouvons pourtant un exemple dans le mémoire de M.P. Reclus (de l'épithélioma térébrant du maxillaire supérieur. *Progrès médi-*

(1) Voy. aussi Ch. Robin. *Anat. et Physiol. cellulaires*, p. 601 à 609.

cal, 1876), qui trouve dans les vestiges des cordons primitifs des follicules dentaires le point de départ d'une production épithéliale à marche très maligne.

Nous avons eu l'occasion d'examiner une tumeur épithéliale volumineuse développée aux dépens de la glande coccygienne de Luschka; nous avons vu également deux exemples de tumeurs provenant de lobules erratiques du corps thyroïde ou des corps décrits sous le nom de glandes sus-hyoïdienne, sus-thyroïdienne, etc. La première, située entre l'œsophage et le larynx avait été prise par un cancer de ce dernier organe. La deuxième, dont nous représentons la structure dans la fig. 9, pl. II, avait été enlevée chirurgicalement et constituait une petite masse ovoïde bien isolée dans la région sous-maxillaire. Tous ces organes récemment découverts et décrits peuvent être le point de départ d'altérations; et jusqu'ici ces dernières étaient naturellement portées à l'actif du carcinome alvéolaire développé au sein du tissu conjonctif.

En résumé l'on peut dire que les épithéliomas présentent toutes les formes anatomiques depuis la plus typique jusqu'à la plus diffuse, et que leur marche clinique très variable également, ne paraît pas liée nécessairement à telle ou telle forme anatomique.

IV. — Critique et Conclusions.

Si l'on cherche à résumer sous forme de propositions les données anatomiques positives que nous possédons jusqu'à présent sur les tumeurs dites cancéreuses, on voit :

1° Qu'elles sont en très grande majorité des épithéliomas;

2° Que ces épithéliomas présentent avec plus ou moins de netteté la même évolution que les éléments normaux dont ils dérivent;

3° Qu'ils débutent par un foyer primitif toujours localisé dans un même organe;

4° Que les foyers secondaires ont la structure du foyer primitif, de telle sorte qu'on ne voit jamais coexister deux formes histologiques différentes;

5° Que les productions décrites comme des carcinomes alvéolaires ne sont que des épithéliomas diffus, sauf un petit

nombre de cas qui paraissent se rapporter à diverses erreurs de diagnostic, ou bien à des tumeurs rares et encore mal connues.

6° Que bien des tumeurs épithéliales semblables aux précédentes affectent une marche essentiellement bénigne.

Essayons maintenant d'établir un rapport entre ces notions d'anatomie pathologique et nos connaissances cliniques sur la maladie cancéreuse.

On peut dire au point de vue clinique, que le cancer est une tumeur à marche envahissante et toujours progressive, prenant naissance sous l'influence d'une diathèse spéciale, héréditaire ; que la lésion débutant par un foyer unique, a la propriété de produire dans d'autres parties du corps et notamment dans les ganglions lymphatiques des foyers secondaires ayant la structure histologique du foyer primitif.

Il est vrai que la grande majorité des néoplasmes affectant la marche qu'on vient d'indiquer sont des épithéliomas et même la plupart du temps des épithéliomas diffus. Cependant les cancroïdes d'origine ectodermique, considérés généralement comme une forme moins maligne, mais jouissant aussi de la propriété d'occasionner des métastases ganglionnaires, conservent presque toujours d'une manière frappante le type épidermique.

Pour les parenchymes on peut voir les tumeurs les plus typiques infester les ganglions et d'autres organes ; tel est surtout le corps thyroïde dont l'hypertrophie s'accompagne souvent de la production d'une multitude de noyaux secondaires dans le poumon, et ces nodules offrent quant à leur structure une ressemblance frappante avec le corps thyroïde normal. C'est également ici que nous devons citer ces épithéliomas mammaires ayant envahi les ganglions sous une forme si proche de celle de la glande normale qu'on a décrit ces cas comme des hétérotopies ganglionnaires, suite d'adénomes du sein.

Mais il y a plus ; il n'est peut-être aucune espèce de tumeur qui ne puisse évoluer avec toute la malignité du cancer. On peut citer à cet égard, tout d'abord le lymphadénome, les tumeurs osseuses et cartilagineuses, fibro-plastiques ; on cite même un cas de lipome malin.

On arrive en dernier ressort à ce dilemme :

1° Ou bien la diathèse cancéreuse n'a pas la même localisation anatomique chez tous les individus qui en sont affectés, elle occupe chez la plupart le système épithélial, chez quelques-uns les systèmes osseux ou cartilagineux, etc.

2° Ou bien il ne faut admettre comme productions cancéreuses que les épithéliomas à marche envahissante et dès lors les séparer complètement des tumeurs malignes non épithéliales. En tous cas, même en admettant sans restriction la théorie épithéliale, il faudrait dire, au point de vue anatomique, non pas le *cancer*, mais les *cancers*, chaque organe épithélial imprimant ses caractères propres aux néoplasies dont il est le point de départ.

On voit que cette manière d'envisager la question réduit considérablement le rôle de l'anatomie pathologique, on serait même tenté de trouver, au premier abord, que cette science ne répond guère, en dernier ressort, aux espérances qu'on avait fondées sur elle.

Bien loin de là, nous pensons, qu'on a demandé à l'anatomie pathologique, et particulièrement à l'examen microscopique, plus qu'ils ne pouvaient donner ; que c'est faute de s'être rendu un compte exact de la valeur des données anatomiques en pathologie qu'on s'est laissé entraîner à chercher des éléments ou des tissus spécifiques de telle ou telle maladie. Or les notions anatomiques sont toujours de même ordre, que l'on se serve de l'œil nu, de la loupe, ou du microscope, qui n'est à ce point de vue qu'un scalpel perfectionné ; et ces notions ont trait aux modifications que la maladie a imprimée aux éléments et aux tissus, et nullement à cette maladie elle-même.

Faudra-t-il donc admettre que les deux propositions de notre dilemme résument le dernier mot de la science au sujet du cancer, et qu'il n'y a pas à chercher plus loin? Ce n'est certes pas pour aboutir à une pareille conclusion que nous avons écrit ce travail.

D'abord il n'est aucun des nombreux points auxquels nous avons touché au cours de cette étude qui ne prête à de nouvelles investigations pour l'anatomiste aussi bien que pour le clinicien ; même à vrai dire, c'est là un champ de recherches

absolument illimité vu les variations de forme et d'évolution que présentent les tumeurs d'un sujet à l'autre.

Mais c'est surtout sur un autre ordre d'idées que nous voudrions insister avant de finir. Nous pensons qu'on pourrait entrer dans une voie plus féconde en résultats si, à côté de l'observation clinique et anatomique on voulait faireentrer en ligne de compte les données, si singulièrement négligées jusqu'ici que pourrait fournir la pathologie comparée et expérimentale.

Si les tentatives faites pour reproduire expérimentalement les lésions cancéreuses n'ont pas donné jusqu'ici de résultat bien net, c'est qu'on ne s'est pas placé dans les conditions voulues pour réussir. Ainsi que le fait remarquer Broca, il n'y a aucune raison pour que l'inoculation faite sur un animal sain soit suivie d'effet. C'est sur des sujets cancéreux, et par conséquent en puissance de la diathèse spéciale que les inoculations et les greffes devront être pratiquées; ces dernières, à notre avis, offriraient le plus de chances de succès. Or il est des animaux, notamment le chien, qui sont assez fréquemment atteints de cancer.

Le fait relaté par Waldeyer d'une tumeur secondaire développée dans la piqûre à la suite de ponction pour un cancer abdominal, laisse à penser que l'on pourrait facilement reproduire des foyers secondaires sur le sujet lui-même. Cette première opération permettrait déjà de résoudre une question soulevée par Broca qui croit que le cancer n'est susceptible de généralisation que pendant la période de cachexie. Il voulait même que l'on injectât peu à peu à des chiens une grande quantité de suc cancéreux, de manière à les rendre cachectiques et à faire naître en quelque sorte la diathèse absente.

Mais il est bien d'autres points obscurs qu'on pourrait arriver à éclaircir par l'expérimentation. Reprenons, par exemple, le dilemme que nous avons été amené à poser plus haut : étant donnés deux sujets, l'un atteint d'épithélioma généralisé, l'autre d'ostéome généralisé, si l'on parvenait à greffer indifféremment à chacun les deux espèces de néoplasmes, ne serait-ce pas là une forte présomption pour l'unité de la diathèse, malgré des lésions anatomiques différentes? d'autre part le résultat opposé ne fournirait-il pas un argument puissant à la théorie exclusivement épithéliale.

Il suffit même d'admettre que des tumeurs enlevées chirurgicalement sur l'homme pourraient être greffées sur un animal diathésique (et rien ne s'oppose à priori à une pareille hypothèse) pour simplifier beaucoup les opérations; car alors il suffirait de disposer d'un seul chien cancéreux pour entreprendre toute une série d'expériences.

Pour bien faire saisir notre idée à ce sujet, il nous suffira d'indiquer par quelques exemples quelle serait, selon nous, la marche à suivre dans ces expériences :

1° Transporter par greffe ou inoculation, la tumeur primitive en plusieurs points de l'organisme;

2° Transporter des tumeurs humaines récemment enlevées sur un animal cancéreux;

3° Greffer comparativement les épithéliomas tégumentaires (cancroïdes) et ceux des parenchymes;

4° Greffer comparativement des tumeurs généralisées de nature non épithéliale;

5° Opérer comparativement avant et pendant la période de cachexie.

Ces expériences, est-il besoin de le dire, demanderaient à être conduites avec le plus grand soin. Il faudrait, pour chaque transport, constituer un témoin en opérant simultanément sur un animal sain, faire un examen histologique précis de chaque tumeur, de chaque greffe et des productions qui pourraient en résulter, etc...

D'autre part le cancer, même celui de l'utérus, ne s'opposant pas en général à la gestation ni à la parturition, on pourrait essayer de faire des expériences aussi sur l'hérédité de la diathèse cancéreuse.

A notre grand regret nous ne pouvons qu'émettre ici, en quelques lignes, des vues absolument hypothétiques, n'ayant jamais pu nous mettre dans les conditions voulues pour entreprendre les expériences en question.

Arrivé au terme de cette étude nous ferons remarquer que la question de la maladie cancéreuse et de ses manifestations doit être considérée comme une question ouverte. Au point de vue anatomique, qui nous a préoccupé presque exclusivement, nous nous sommes attaché à montrer que les faits de l'anatomie pathologique s'expliquent très naturellement suivant les principes

de l'école de Bichat. C'est cette école, qui dans le cas particulier, a fait avancer jusqu'au point où nous la laissons, la solution d'un problème intéressant et longtemps discuté. Nous avons dû constater également que ceux qui s'écartent de la voie d'investigation scientifique pour suivre des hypothèses parfois séduisantes par leur apparente simplicité, ne peuvent aboutir qu'à des solutions artificielles. C'est là une vérité que l'histoire de la cellule cancéreuse et du tissu spécifique du carcinome suffirait amplement à démontrer.

EXPLICATION DES FIGURES.

Planche I.

Fig. 1. — Lobules normaux d'une mamelle de femme envahis par un épithélioma. (Gr. $\frac{50}{1}$.)

a, a'. Lobules normaux de la mamelle au repos.

b, b'. Traînées épithéliales issues d'un autre lobule hypertrophié.

c. Une de ces traînées envahissant le lobule *a*.

Fig. 2. — Lobules adénoïdes d'une mamelle de femme envahis par un épithélioma. (Gr. $\frac{20}{1}$.)

a, a'. Lobules ayant subi la transformation dite adénoïde.

b, b'. Éléments glandulaires voisins ayant subi l'hypertrophie épithéliale.

c. Petites traînées épithéliales ayant fusé dans le tissu conjonctif.

c'. Formations épithéliales envahissant le lobule *a*.

d. Zone de tissu lamineux péri-lobulaire.

Fig. 3. — Épithélioma de la mamelle chez une femme. Lobules mammaires agrandis montrant la disposition réticulée de l'épithélium. (Gr. $\frac{100}{1}$.)

a. Culs-de-sac distendus par la prolifération épithéliale.

b. Tissu conjonctif inter-acineux.

Fig. 4. — Autre cancer de la mamelle. Lobules semblables à ceux de la tumeur précédente. La charpente lamineuse de la glande est envahie par les formations épithéliales. (Gr. $\frac{100}{1}$.)

a. Acinus hypertrophié comme ceux de la tumeur précédente.

b, b'. Formations épithéliales éparses dans le tissu conjonctif.

c. Trame conjonctive.

Fig. 5. — Portion de la fig. 6, vue à un plus fort grossissement. (Gr. $\frac{300}{1}$.)

a. — Cellules fusiformes de la partie profonde de l'épithélium.

b. — Cellules superficielles ayant la forme pavimenteuse.
c. — Zone hyaline sous-épithéliale.
d. — Trame de la muqueuse et vaisseaux.

PLANCHE II.

FIG. 6. — Épithélioma de la muqueuse olfactive, développé au niveau du cornet supérieur. (G. $\frac{80}{1}$.)

a, a'. Coupe des tubes formés par l'épithélium ayant subi un épaississement considérable.

b. Trame de tissu conjonctif.

FIG. 7. — Épithélioma du col utérin. (Gr. $\frac{150}{1}$.)

a. Tubes tapissés par un épithélium semblable à celui des glandes du col, qui ont donné naissance à la tumeur.

b. Tissu conjonctif et vaisseaux.

FIG. 8. — Épithélioma de la mamelle (femme), kystes remplis de cristaux de cholestérine. (Gr. $\frac{150}{1}$.)

a, a.

b. Formations épithéliales de la tumeur.

c, c'. Cavités remplies d'un amas de cristaux de cholestérine.

FIG. 9. — Tumeur de la région sous-maxillaire; épithélioma rappelant la structure de la glande thyroïde. Vésicules closes tapissées par un épithélium simple, *a'* ou stratifié *a*, et renfermant des globes, (*b*, *b'*) analogues à ceux qu'on trouve dans la glande thyroïde. (Gr. $\frac{200}{1}$.)

c. Trame conjonctive.

FIG. 10. — Épithélioma développé aux dépens des glandes de la voûte palatine. (Gr. $\frac{250}{1}$.)

a, a'. Masses épithéliales lobulées provenant de glandes hypertrophiées et présentant de distance en distance de petites cavité kystiques *b*.

c. Lamelle osseuse développée dans la charpente conjonctive *g* de la tumeur.

d. Cellules osseuse. — *e.* Rangée d'ostéoblastes. — *f.* Myéloplaxes.

RECHERCHES

SUR

LES POILS A BATONNET

DE L'ANTENNE INTERNE DES CRUSTACÉS

PRÉCÉDÉES DE

QUELQUES REMARQUES SUR LES POILS DITS OLFACTIFS

Par S. JOURDAIN

On ne possède encore que des notions très incomplètes sur la nature des appareils qui, chez les crustacés, servent à l'audition et à l'olfaction.

Cette déclaration ne sera pas sans causer quelque surprise à ceux qui, familiers avec la littérature scientifique de l'Allemagne, voient décrits dans les ouvrages carcinologiques de ce pays, certains poils des crustacés, les uns comme auditifs, les autres comme olfactifs.

§ 1. — Des poils dits auditifs.

Ces poils se composent d'une tige principale portant latéralement des tigelles secondaires, dont la longueur décroît de la base au sommet du support auquel elles sont attachées.

Hensen ayant constaté que chacune de ces tigelles vibre à l'unisson d'une note différente, a prétendu trouver dans les poils en question non seulement un appareil percepteur des sons, mais encore quelque chose de comparable aux arcs de Corti.

Une pareille interprétation n'est en aucune façon justifiée.

Tous les prolongements rigides et élastiques, qui se rencontrent à la surface du test des crustacés, possèdent la propriété d'entrer en vibration à l'unisson de telle ou telle note, selon leurs dimensions. Il en est de même incontestablement de tous les poils ; cependant il ne peut venir à personne l'idéede faire des vibrisses d'un chat, par exemple, un appareil d'audition.

Ces brèves réflexions nous dispensent de nous arrêter à réfuter une assimilation possible avec les arcs de Corti. Les usages de ces arcs d'ailleurs sont encore fort problématiques et la théorie séduisante du *clavier auditif* nous paraît fortement ébranlée par ce fait que les oiseaux chanteurs manquent précisément de ce clavier.

Les poils dits auditifs rentrent apparemment dans la catégorie de ces prolongements chitineux, de formes variées, qui sont annexés aux extrémités terminales des nerfs de sensibilité générale et qui, à travers les tégûments solides des crustacés, permettent à ces animaux de se mettre en rapport avec le monde extérieur.

On voit souvent des poils, très semblables morphologiquement aux poils dits auditifs, constituer une frange sur les bords des appendices destinés à la locomotion aquatique. Dans ce cas il ont une autre utilité; en élargissant la surface de résistance des rames natatoires, ils fonctionnent comme de véritables *pennes aquatiques*.

Si un organe auditif existe chez les crustacés, il faut le chercher dans ces formations qui rappellent les otocystes et qui se rencontrent à la base de l'antenne interne ou dans la nageoire caudale des *Mysis*.

§ 2. — Des poils à bâtonnet dits olfactifs.

Certains poils, d'une structure spéciale, insérés sur l'antenne interne ou antennule des crustacés, ont été considérés comme des organes d'olfaction par Leydig (*Über Geruchs und Gehororgane des Krebse und Insecten*, Muller's Arch., 1860) et sont décrits comme tels dans la plupart des traités de carcinologie publiés à l'étranger.

Nous nous proposons de faire connaître dans ce mémoire la structure de ces poils, leur mode de répartition chez divers crustacés de nos côtes de la Manche, puis de discuter le rôle physiologique qui leur a été attribué.

Sur l'antenne interne de *tous* (1) les crustacés de nos côtes,

(1) Nous n'avons point rencontré de poils dits olfactifs sur des *Caligus* ♂ et ♀ recueillis sur la muqueuse buccale du Bars (*Labrax lupus*). A la vérité l'antenne interne est transformée en crochet.

que nous avons eu l'occasion d'examiner, on rencontre des poils qui présentent les caractères essentiels suivants : Ils consistent en une gaîne très mince de chitine, dans laquelle pé nètre une dépendance de la couche hypodermique, et qui par sa base se trouve en rapport avec un ramuscule du nerf antennulaire tandis que l'extrémité libre, en forme de cône tronqué laisse saillir un petit corps hyalin, comparable, à notre avis, aux bâtonnets qui arment les extrémités nerveuses des organes du sens.

Dans certains cas, on voit très nettement le ramuscule nerveux se renfler à la base du poil ainsi constitué. Mais malgré l'emploi de réactifs variés, nous n'avons pu reconnaître d'une manière satisfaisante, les rapports du nerf avec le bâtonnet terminal (1).

Nous proposons de nommer ces poils à structure spéciale, insérés sur l'antenne interne, *poils à bâtonnet.*

On en rencontre plusieurs formes qui paraissent pouvoir être ramenées à deux principales.

Dans la première la gaîne chitineuse est longue, cylindrique dans toute son étendue ou quelquefois légèrement renflée en fuseau vers sa base. Cette gaîne est formée d'un nombre variable d'articles dont les basilaires ont des parois plus épaisses, moins de longueur que les terminaux et présentent ordinairement un aspect noduleux. La base des poils est remplie par une dépendance de l'hypoderme assez fortement pigmentée ; tandis que vers le sommet le contenu devient finement granuleux et incolore. (Pl. XXIII, fig. 5.)

Nous désignons cette première forme sous la dénomination de *poil à bâtonnet cylindriques*. C'est elle qui est particulièrement indiquée dans le texte de Leydig qui vient d'être transcrit.

La seconde forme de poils à bâtonnet se distingue de la première par sa longueur moindre et la réduction de ses articles

(1) Voici ce que Leydig (*op. cit.*) dit de ces poils : « Die cylinder, von hellem, farblösen Aussehen, stechen von den braunem Gliedern der Antennem... Die untere Partie erscheint dunkel gerandet, im Innerem bei ganz frischen Zustande wasserklar und später vacuolar oder kornig. Die obere Partie hat eine um vieles blassere und zartere Wand und das Ende des Cylinders verursacht dem Beobachter Zweifel, insofern man an dem einem Organ eine Oeffnung zu sehen glaubt, wahrend an dem anderen aussen ein Knöpfchen sitzt, dem nach einwerts ein stempelartiges Gebilde entspricht. »

à trois ordinairement. L'article basilaire (pl. XXIV, fig. 6), celui qui est articulé d'une manière mobile sur l'antennule à la manière des poils tactiles ordinaires, représente une colonnette de longueur variable (pl. XXIV, fig. 4 et 5), souvent étranglée vers sa partie moyenne, à parois plus épaisses et à contenu plus pigmenté que les deux articles qui la surmontent. Ceux-ci sont plus allongés, renflés en fuseau tronqué à leur extrémité, qui porte le bâtonnet hyalin. L'article basilaire renferme le renflement terminal du ramuscule nerveux de la branche antennulaire, renflement qui se montre parfois strié longitudinalement.

Nous n'avons point vu du sommet de ces poils sortir un faisceau de cils très délicats, comme l'indique et le figure Leydig (1).

Nous proposons de distinguer cette deuxième forme sous le nom de *poils à bâtonnet stipités*.

Huxley (l'*Ecrevisse*, p. 85) parlant des poils à bâtonnet de l'*Astacus fluviatilis*, auquel il attribue à tort la deuxième forme qui vient d'être décrite, les regarde comme aplatis, ce que nous n'avons jamais observé.

Après avoir fait connaître la structure des poils à bâtonnet, nous allons indiquer leur répartition sur l'antenne interne dans un certain nombre de crustacés appartenant aux principaux groupes.

Décapodes Brachyures.

Dans tous les Brachyures des côtes de la Manche, qui nous sont passés sous les yeux, ainsi que dans diverses formes étrangères que nous avons eu l'occasion d'examiner, nous n'avons rencontré sur l'antenne interne que des poils à bâtonnet appartenant à la première forme, c'est-à-dire cylindriques.

(1) Voici ce que dit Leydig (*op. cit.*) des poils à bâtonnet de l'*Asellus aquaticus*... blasser Körper, von ovalcylindrischer Gestalt und gestielt. Der stiel hat ebenso dunkle Conturen wie die gewohnlichen Borsten, wahrend der Korper viel blasser und entschieden von zartener Beschaffenheit ist also die Harre. Die eigentliche Korper hat in der Mitte einem leichten Absatz und eine markirte Endspitze oder Endknöpfehen, aus der ich mehrmals einige ganz kurz, aussert blasse Fädchen hervorragen sah... Habe ich gesehen, dass sehr blasse Nerv der Antennen zu jedem Organe einem Ast abschicht, dem man bis in den Stiel herein nachgehen Kann, woran sich als dann eigentlichen Körper der Organe zart und keinblasige Substanz anschliesst. Kurz von seinem Eintritt in der Stiel wird der Nerv von einer gelappten, blasszelligen Masse umgeben, welche man für das Ganglion halten darf, obschon hierin die Bilder nie von solcher Klarheit sind. »

La répartition des poils à bâtonnet sur l'antennule des Brachyures et la conformation de cette antennule présentent une similitude telle, dans tous les cas, qu'une description générale sera pleinement suffisante.

Au-dessous du bord frontal des Brachyures se voient deux fossettes, dans l'angle interne desquelles l'antennule est insérée. Ces deux fossettes sont séparées par une pièce médiane dite *sternum antennulaire*.

L'antenne interne se compose d'un petit nombre d'articles basilaires, très mobiles sur leur base d'insertion et les uns par rapport aux autres.

Cette partie basilaire porte deux branches terminales : l'une externe (Pl. XXIII, fig. 1 *ex*) ou *exopodite*, l'autre interne (Ibid. *en*) ou *endopodite*.

L'endopodite est composé d'un petit nombre d'articles (4 dans le *Carcinus mœnas* Leach, le *Pilumnus hirtellus* Leach, etc.; 7 dans le *Pisa tetraodon* Leach, etc.) qui ne portent que des poils tactiles ordinaires.

L'exopodite comprend un plus grand nombre d'articles (12 à 20 en moyenne), très courts, ayant plus de largeur que ceux de l'endopodite, mais dont le diamètre va en décroissant rapidement de la base à l'extrémité terminale (Pl. XXIII, fig. 1 *ex*). On peut y distinguer un bord externe concave et un bord interne convexe.

Chacun des articles de l'exopodite (sauf le premier et les trois ou quatre derniers, ceux-ci ordinairement plus allongés et plus grêles que ceux qui les précèdent) portent, implantés sur son bord distal, une rangée transversale de poils à bâtonnet cylindriques. Le nombre des poils dans chaque rangée atteint son maximum vers la base de l'exopodite et va en diminuant vers le sommet, en raison même de la réduction de la surface d'implantation.

L'ensemble de ces poils à bâtonnet, pressés les uns contre les autres, constitue sur le côté externe concave de la branche principale ou exopodite de l'antennule une sorte de petite brosse, dont les rangées transverses peuvent se rapprocher ou s'écarter, par le jeu des articles sur lesquels ils sont implantés.

Ainsi que nous l'avons noté plus haut, il n'y a pour ainsi dire pas de variations à signaler dans la constitution de l'anten-

nule des Brachyures, non plus que dans la répartition des poils à bâtonnet. Mentionnons toutefois la réduction notable du nombre des articles porteurs de ces poils dans un petit crabe commensal de la Moule commune (*Mytilus edulis*), le *Pinnotheres pisum* Latr (Pl. XXIII, fig. 2). Ces articles en effet sont au nombre de 3 ou 4 seulement. Cette réduction de la brosse antennulaire trouve apparemment son explication dans le genre de vie du *Pinnotheres*.

Sur les Brachyures vivants, plongés dans l'eau, les antennules jouissent de mouvements qu'il est intéressant d'étudier.

Grâce à la mobilité extrême des articles basilaires de l'antenne interne, la petite brosse constituée par l'ensemble des poils à bâtonnet peut pivoter sur sa base et prendre toutes les orientations possibles. Tout en présentant sa tranche dans tous les sens, d'une façon qui varie à chaque instant, la petite brosse fend continuellement le liquide d'un mouvement brusque et saccadé. Ces mouvements, qui sont complètement indépendants pour chaque antennule, ne souffrent guère d'interruption et, quand l'animal est près de succomber, ce sont les derniers à disparaître.

A chaque saccade, les poils de la brosse antennulaire s'écartent et se rapprochent rapidement, de telle sorte que fréquemment des parcelles de matières alimentaires s'y trouvent retenues. Alors les antennules sont saisies entre les palpes des pattes-mâchoires de la deuxième paire et, glissant entre elles, laissent aux poils, dont ces palpes sont garnis, les parcelles d'aliment, que ces dernières introduisent dans les voies digestives.

Ces parcelles alimentaires sont-elles saisies intentionnellement par les crustacés ? La chose est possible, les mouvements de l'antennule s'effectuant sous le contrôle des organes de la vision et paraissant présenter parfois une certaine coordination.

L'antenne interne jouit de la plus exquise sensibilité. Vient-on à toucher la brosse qu'elle porte, on la voit se replier vivement dans la cavité destinée à l'abriter et l'animal donner les signes d'une vive sensation perçue.

Décapodes Anomoures.

Dans les Décapodes auxquels on a donné ce nom et qui forment une transition des Brachyures aux Macroures, on retrouve chez quelques-uns (Dromiens, Paguriens, Porcellaniens) une forme de l'antennule et une répartition des poils à bâtonnet tout-à-fait comparable à celles qui viennent d'être décrites chez les Brachyures. Sur le vivant on observe les mêmes mouvements; en outre, chez les Dromiens, on constate encore la rétractilité de l'antennule dans une fossette du bord frontal.

Chez d'autres Anomoures tels que les Rémipèdes et les Albunées, l'antenne interne, qui a perdu sa rétractilité, s'allonge beaucoup et prend une forme qui va se présenter dans l'immense majorité des Macroures.

Décapodes Macroures.

Il serait difficile de donner une description d'ensemble du mode de répartition des poils sensitifs dans les Macroures; on peut dire cependant, d'une manière générale, que sur un certain nombre d'articles de la branche externe de l'antennule, branche qui a subi un allongement notable, on trouve une rangée double, pour chaque article, de poils cylindriques, et que chaque rangée compte un nombre de poils beaucoup moindre que celui que l'on observe chez les Brachyures.

Sur l'animal vivant et plongé dans l'eau les mouvements de l'antennule sont moins vifs et plus rares que chez les Brachyures, mais ils conservent ce caractère saccadé qui est si frappant chez ces crustacés.

Dès l'abord il convient de mentionner des Macroures de nos côtes, les *Galathea*, qui forment une exception au type que nous venons d'assigner à l'antennule des animaux de ce groupe et chez lesquels on retrouve la conformation qui est propre aux Brachyures.

Nous allons maintenant indiquer le mode de répartition des poils à bâtonnet de l'antenne interne chez un certain nombre de Macroures.

Gebia deltura. Leach. — Nous comptons 22 articles à la branche externe de l'antennule. Les poils à bâtonnet commen-

cent à se montrer sur le 12e article, à partir de la base. Par exception, chacun des 10 derniers articles porte une rangée *unique* de poils insérés sur le bord distal de chacun d'eux. Le nombre maximum de ces poils est de 4 ou 5 par rangée transversale.

Palinurus vulgaris. Latr. — L'antenne interne est très allongée, mais, par un renversement des rapports de longueur de la partie basilaire et des filets terminaux tels qu'ils se rencontrent dans les Macroures, l'allongement de l'antennule est dû au grand développement des articles basilaires. Cette brièveté relative de l'exopodite et de l'endopodite établit une grande similitude entre l'antenne interne de la Langouste et celle des Brachyures; de plus les mouvements sont les mêmes que dans ces derniers.

Sur un spécimen nous trouvons 46 articles à l'exopodite. Les premiers, au nombre de 6 ou 7, sont assez allongés et dépourvus de poils à bâtonnet; il en est de même des derniers, au nombre d'une dizaine. Sur les articles de la région moyenne, les poils à bâtonnet sont disposés en double série transverse sur chaque article et l'ensemble est défendu, de chaque côté, par deux rangées d'épines. Le nombre maximum de poils dans une rangée est de 15 ou 16.

Astacus fluviatilis. Gesn. — Il n'est pas aisé de rencontrer une Écrevisse dont les antennules ne soient point plus ou moins tronquées : nous n'en trouvons pas une seule intacte sur une dizaine que nous avons sous les yeux. Aussi Leydig attribue-t-il à ce crustacé 19 articles à l'exopodite de l'antennule, Huxley en figure 24 (l'*Ecrevisse*, p. 86, A *ex*), nous en comptons 28 sur un de nos spécimens. Les neuf ou dix premiers articles sont dépourvus de poils sensitifs : ordinairement les deux premiers articles pilifères n'en portent qu'une rangée de deux ou trois, les autres en possèdent un double rang de sept ou huit au maximum. Ces poils appartiennent à la forme cylindrique, seulement ils sont courts, ne mesurant guère en moyenne que $0^{mm},15$ ou $0^{mm},16$, et sont pauciarticulés.

Leydig paraît avoir bien saisi la forme de ces poils, il n'en est pas de même de Huxley qui les décrit ainsi (l'*Ecrevisse*, p. 85). « Ces appendices d'environ $0^{mm},15$ de long et fort délicats, sont en forme de spatule avec un manche arrondi et une

lame aplatie un peu recourbée, dont le bout parfois tronqué a, d'autres fois, la forme d'une papille proéminente. Il y a entre le manche et la lame, une sorte d'articulation comme celle que l'on trouve entre les parties basilaire et terminale des soies ordinaires, avec lesquelles, en réalité, ces prolongements correspondent entièrement dans leur structure essentielle. »

Homarus vulgaris. M. Edw. — Les premiers et les derniers articles de l'exopodite de l'antennule, qui sont très nombreux, sont dépourvus de poils à bâtonnet; la portion moyenne, qui commence un peu en deçà de la moitié de la longueur de l'exopodite et comprend une soixantaine d'articles, possède, pour chacun d'eux, une double rangée de poils, défendus par une rangée d'épines double aussi. Le nombre maximum de poils pour chaque rangée est de 10 ou 15. (Pl. XXIII, fig. 7.)

Nephropsis Agassizii. Alp. M. Edw. — Cette espèce, dans laquelle l'œil est devenu impropre à la vision, provient des sondages exécutés par M. L. Agassiz. Elle nous a été communiquée par M. Alphonse Milne Edwards.

Bien que l'exopodite de l'antennule eût perdu une partie de ses poils, nous avons pu reconnaître que, sur un certain nombre d'articles, les poils formaient une double rangée. Ces poils, en petit nombre dans chaque rangée transversale, présentaient une assez grande longueur, particularité qui pourrait bien être généralisée dans les formes devenues aveugles par suite de leur habitat à de grandes profondeurs. Ces poils appartiennent à la forme cylindrique avec léger renflement fusiforme à la base.

Crangon vulgaris. Fab. — L'exopodite de l'antennule est élargi, obtus et composé d'un grand nombre d'articles. On ne rencontre les poils à bâtonnet qu'à une certaine distance à partir de la base (sur le 7e article dans divers spécimens). Chaque article en porte une double rangée et, par chaque rangée, le nombre maximum de poils est de 6.

Nika edulis. Risso. — L'endopodité est sétacé et plus long que l'exopodite qui est élargi à partir de sa base sur une longueur de 25 articles, dont 22 ou 23 portent des poils à bâtonnet, distribués sur un double rang pour chaque article. Le nombre maximum des poils dans chaque rang transverse est de 8 à 10. Ces poils présentent à leur base un léger renflement fusiforme.

Athanas nitescens. Leach. — L'exopodite de l'antennule se compose d'un petit nombre d'articles, qui vont en décroissant rapidement de dimensions transversales de la base au sommet, et dont chacun porte un double rang transverse de 3 poils à bâtonnet.

Hippolyte varians. Leach. — L'exopodite de l'antennule est élargi en palette atténuée à ses deux extrémités; il ne comprend qu'un petit nombre d'articles (9 en moyenne). Le nombre maximum de poils pour chaque rangée transversale ne dépasse pas 3. Ces poils sont insérés au fond d'une espèce de sillon, limité par une série de bourrelets du bord interne et du bord externe de chaque article.

Palæmon squilla. Fab. — L'exopodite est assez court, élargi et accompagné d'un filet accessoire (*parexopodite*) qui le dépasse beaucoup en longueur. Chaque article de l'exopodite porte une double rangée de poils cylindriques; sur divers spécimens nous comptons 34 de ces rangées, correspondant à 17 articles. Le nombre maximum de poils pour une rangée transversale est de 8; il descend à 3 ou 4 vers le sommet de l'exopodite. (Pl. I, fig. 4, 5, 6.)

STOMAPODES.

Mysis chamæleon. J. V. Thoms. — L'exopodite de l'antennule comprend un grand nombre d'articles dont 12 ou 13 seulement de l'extrémité proximale portent chacun 2 poils à bâtonnet superposés (Pl. XXIV, fig. 1), recourbés vers leur extrémité, cylindriques avec un léger renflement fusiforme à leur base. Long. max. $0^{mm},22$.

NOTA. — Il n'est pas rare qu'un article de l'antennule se subdivise transversalement de telle sorte, qu'au lieu de 2 poils qui est le nombre normal, l'article ne paraît en porter qu'un seul.

Squilla Desmarestii. Risso. — Sur un individu conservé dans l'alcool, l'exopodite de l'antennule compte 37 articles. Les poils à bâtonnet ne se montrent que sur le quinzième à partir de la base. Ils sont cylindriques et forment une seule rangée sur le bord distal de chaque article.

Nebalia Geoffroyi. M. Edw. — Nous parlons ici de cette forme curieuse, dont la place dans la série est encore incertaine.

L'exopodite de l'antennule, plus allongé que l'endopodite qui est en forme de palette, comprend 12 articles, dont chacun, sauf le dernier, porte inséré sur un point de son bord distal, un faisceau de poils à bâtonnet cylindriques. Les poils, groupés au nombre de 7 ou 8 sur les articles de la base de l'exopodite, se réduisent de 2 ou 3 vers son sommet. (Pl. XXIV, fig. 2.)

On sait que les mâles des Nébalies, beaucoup plus rares que les femelles, se distinguent, au premier coup d'œil, de ces dernières par l'allongement excessif de l'antenne interne (C. Claus, *Über den Bau und die systematische Stellung von Nebalia nebst Bemerkungen über das seither unbekannte Männchen dieser Gattung*. Zeitschr. für wiss. Zool. vol. XXII, 1872).

Nous avons rencontré à Saint-Malo un certain nombre de ces mâles et nous avons constaté, sur les articles de la longue antenne, la présence de poils comparables à ceux que nous appelons poils à bâtonnet stipités. Il n'y a qu'un de ces poils par article; leur longueur est de $0^{mm},18$ à $0^{mm},20$.

AMPHIPODES.

Talitrus saltator. M. Edw. — L'antennule se compose d'une partie basilaire triarticulée suivie d'une tigelle à 8 ou 9 articles. Chacun de ces derniers porte 1 ou 2 poils stipités (Pl. XXIV, fig. 5, 6), flanqués de 4 gros poils ordinaires à extrémité barbelée.

Gammarus locusta. Fab. — L'antennule possède un exopodite sétacé et multiarticulé (35 articles sur divers spécimens), 25 d'entre eux portent chacun un poil à bâtonnet inséré sur le bord distal (Pl. XXIV, fig. 4). Au premier abord on prendrait ce poil pour un poil cylindrique, mais en y regardant de plus près on voit qu'il est porté par un stipe très court. Morphologiquement il semble constituer un passage d'une forme à l'autre.

Niphargus putaneus. Koch. — Dans un jeune spécimen de 2^{mm} de longueur, ce *Gammarus* à yeux rudimentaires, l'antennule se compose de trois articles basilaires, d'un endopodite biarticulé très court et d'un exopodite beaucoup plus allongé comprenant 6 articles. Il n'existe que 2 poils à bâtonnet stipités, insérés l'un sur le bord distal du 7e, et l'autre sur le même bord du 8e article de l'exopodite. Leur longueur est de $0^{mm},08$.

Sur un individu adulte, l'antennule comprend 23 articles, dont 14 portent un poil stipité de la longueur qui vient d'être indiquée, accompagné d'un autre poil semblable à celui qui existe sur le 2e article de l'antenne externe des *Cypris*, dont il sera question plus loin.

Hyperia sp.? — L'antennule est composée de 4 articles dont le dernier a plus de longueur à lui seul que les trois qui le précèdent, et est subdivisé en courts segments secondaires à son extrémité. Sur l'article terminal on voit un petit nombre de poils à bâtonnet distribués sans ordre (Pl. XXIII, fig. 8). Ces poils, qui peuvent être rattachés au type cylindrique, ont la forme de longs cônes tronqués et sont biarticulés. (Pl. XXIV, fig. 9).

Caprella linearis. Latr. — L'antennule comprend 3 articles basilaires allongés, suivis d'une douzaine d'autres plus courts dont chacun, sauf le 1er à partir de la base, porte un poil cylindrique implanté sur son bord distal. (Pl. XXIV, fig. 3.)

Isopodes.

Idotea tricuspidata. Desm. — L'antennule, très courte, a son article terminal élargi en spatule, pourvu de 8 poils stipités, insérés sur un même nombre de crénelures de son bord interne.

Asellus aquaticus. Olivier. — Sur le bord distal de chacun des 3 (Leydig dit des 4) articles qui précèdent l'article terminal de l'antennule est inséré un poil à bâtonnet stipité. Ces poils sont courts et leur longueur n'atteint pas $0^{mm},05$. (Pl. XXIV, fig. 8.)

Oniscides. — En parlant des Oniscides, Leydig (*loc. cit.*) se contente de dire : « Auch die Onisciden scheinen der fraglichen Organe nicht ganz zu entbehren. »

Lygia oceanica. Fab. — Dans la *Lygia*, l'antennule est très courte et ne peut guère être aperçue sans le secours de la loupe. Des trois articles qui composent l'antenne interne, le dernier, très réduit, en forme de cuiller, abrite dans sa partie concave une demi-douzaine de poils, qui sont insérés sur l'extrémité distale du deuxième article.

Ces poils sont cylindriques, terminés en pointe mousse. Ils sont divisés en un certain nombre d'articles dont les basilaires sont courts et noduleux (Pl. XXIV, fig. 7), comme ceux des poils qu'on rencontre chez les Décapodes.

Des poils analogues se voient groupés par faisceaux sur un point du bord distal de plusieurs articles de l'antenne externe du même Crustacé.

Porcellio scaber. Lat. — L'antenne interne du *Porcellio scaber*, si commun dans les lieux humides, est également rudimentaire; sur un individu de taille moyenne, elle n'atteint pas $0^{mm},80$. C'est vers l'extrémité du dernier des trois articles qui la composent que se voient groupés, sans ordre, 12 à 15 poils cylindriques, fort semblables à ceux des *Lygia*, qui cependant ne paraissent pas subdivisés en articles, et qui sont finement ponctués à leur surface. Leur longueur est en moyenne de $0^{mm},035$.

Branchiopodes.

Apus productus. M. Edw. — Sur un individu conservé dans l'alcool, nous distinguons, sur le dernier article de l'antennule, un grand nombre de poils à bâtonnet stipités, disséminés sur le bord interne.

Acroperus striatus. Jur. Liev. — Leydig (*Naturgesch. d. Daphniden*) représente sur l'article terminal de l'antennule rudimentaire 5 poils à bâtonnet réunis en faisceau. Ils paraissent appartenir à la forme cylindrique.

Daphnia pulex. Straus. — Dans cette espèce, la disposition des poils à bâtonnet est fort semblable à celle qui vient d'être indiquée dans l'*Acroperus*, c'est-à-dire qu'ils forment, au nombre de 9 ou 10, un bouquet implanté sur l'antennule rudimentaire. Ces poils sont cylindriques et mesurent en moyenne $0^{mm},028$ de longueur (Pl. XXV, fig. 9).

Entomostracés.

Cyclops spec.? marin. — Il n'est pas aisé de déterminer rigoureusement le nombre des articles qui entrent dans la composition de l'antennule. On en trouve d'abord 7 à la base, inégaux, assez nettement séparés, auxquels fait suite une pièce en crochet qui paraît elle-même subdivisée. Un poil à bâtonnet cylindrique est inséré sur le bord distal du quatrième article; sur le septième, on en distingue un autre, un peu courbe et dont la base est légèrement renflée. Ces poils sont cylin-

driques ; sur un spécimen de taille moyenne, la longueur du premier était de 0mm,13 ; celle du second de 0mm,12.

Sur un autre *Cyclops* spec.?, mesurant 0mm,84, l'antenne dont la longueur est 0mm,26 porte un poil à bâtonnet cylindrique de 0mm,22.

Dans les *Cyclops*, la longueur des poils à bâtonnet est donc relativement considérable.

Des poils antennaires et antennulaires des Cypris.

Le poil à bâtonnet unique qui est inséré sur le dernier article de l'antennule d'une *Cypris* de nos eaux douces spec.? est extrêmement difficile à apercevoir, dissimulé qu'il est au milieu du faisceau de longs cils qui termine l'antenne interne. Pour le distinguer, il convient de se servir d'un fort grossissement et d'employer l'éosine ou le picro-carminate, qui rougissent plus fortement le poil sensitif que les cils environnants. Ce poil est excessivement grêle et assez allongé. Son diamètre ne dépasse pas 0mm,002 et sa longueur est d'environ 0mm,10.

Sur l'antenne externe de cette *Cypris* on observe aussi deux poils particuliers, fort distincts de tous les autres, que nous allons décrire ici.

Le dernier article de l'antenne externe porte, à son côté interne, un poil d'une longueur de 0mm,045, paraissant formé d'un article terminal ayant la même conformation que celui des poils à bâtonnet stipités, puis d'un article basilaire, plus allongé que le précédent, et dont le diamètre intérieur se rétrécit subitement vers la partie supérieure. Il est à remarquer que cette partie rétrécie se colore plus vivement que le reste du poil sous l'action de l'éosine ; cet anneau coloré permet même de distinguer ce poil parmi les autres qui l'accompagnent.

Sur le deuxième article de l'antenne externe on rencontre encore un autre poil, dont la structure est assez différente. Il mesure 0mm,60 de longueur et 0mm,005 de largeur ; il est donc notablement plus long et plus gros que celui de l'article terminal. Il se compose d'un article basilaire inséré sur une base en forme d'anneau, mobile sur le segment antennaire qui le porte. Cet article basilaire paraît pluriarticulé et son diamètre interne se rétrécit brusquement vers son extrémité distale,

laquelle est surmontée d'un article terminal à contenu plus refringent et qui a une apparence ponctuée ou finement striée. Cet article se termine en calotte hémisphérique.

Nous nous bornerons à la description de ce poil, qui paraît différent des poils à bâtonnet, et nous ne hasarderons aucune conjecture sur le rôle qu'il est appelé à remplir.

Des poils a batonnet de l'antenne interne dans le jeune age.

On a constaté l'existence de ces poils dans les Décapodes, sous la forme Zoea. F. Müller (*Die Verwandlung der Porcellana*, Arch. f. Naturgesch, 1862, pl. VII, fig. 5) les figure sur la forme de Zoé la plus jeune (*jungste Zoeaform*) de *Porcellana stellicola*.

Leydig (*op. cit.*) a reconnu la présence d'un de ces poils sur l'article terminal de l'antennule de très jeunes *Asellus aquaticus* encore renfermés dans la poche incubatrice de la femelle. Ce poil à bâtonnet est inséré sur une petite saillie latérale, un peu au-dessus de la pointe du dernier article. Les jeunes *Asellus* ayant quitté la poche maternelle et nageant librement ne possèdent encore qu'un de ces poils, situé comme il vient d'être dit.

Résumé.

1° Il existe sur l'antenne interne ou antennule des Crustacés, que le parasitisme n'a pas trop profondément modifiés, des prolongements particuliers que nous proposons de nommer *poils à bâtonnet,* qui se présentent sous deux formes principales, *cylindriques* et *stipités;*

2° Dans les Crustacés Podophthalmaires, on ne rencontre presque exclusivement que des poils à bâtonnet de la forme cylindrique; les poils stipités sont surtout répandus dans les autres groupes;

3° Ces poils existent non seulement dans la forme adulte, mais encore dans celles qui la précèdent;

4° Il sont plus nombreux : 1° chez l'adulte que chez les très jeunes individus; 2° dans les types supérieurs que dans les types inférieurs;

5° Dans certains cas, on rencontre sur l'antenne externe des poils fort analogues aux poils à bâtonnet;

6° Les poils à bâtonnet, à en juger d'après leur structure

spéciale, sont vraisemblablement destinés à fournir à l'animal des impressions autres que celles qui sont transmises par les diverses variétés de poils considérés comme tactiles;

7° Toutefois, dans l'état actuel de nos connaissances en histologie comparée, il est téméraire, en se fondant sur leur structure, indépendamment de toute expérimentation physiologique, d'affirmer leur rôle comme organes d'olfaction.

Ajoutons que la taxinomie peut tirer parti de leur mode de répartition.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche XXXIII.

1. — Antennule de *Cancer mænas* jeune (côté gauche) : *ex*, exopodite; *en*, endopodite; *b*, bord distal du dernier article basilaire; *p*, petite brosse (*brosse antennulaire*) formée par l'ensemble des poils à bâtonnet cylindriques. — Gr. $\frac{40}{1}$.
2. — Antennule de *Pinnotheres pisum* (côté gauche) : *ex*, exopodite très réduit; *en*, endopodite biarticulé; *b*, les deux articles basilaires; *p*, petite brosse antennulaire. — Gr. $\frac{40}{1}$.
3. — Coupe transversale de l'exopodite du *Portunus puber* : *aa*, segment externe de l'enveloppe chitineuse de l'exopodite; *p*, base des poils à bâtonnet cylindriques insérés en rangée transversale. — Gr. $\frac{120}{1}$.
4. — Extrémité terminale de l'exopodite de l'antennule du *Palæmon squilla*, avec les poils cylindriques *p*, insérés en doubles rangs transverses sur les articles. — Gr. $\frac{20}{1}$.
5. — Articles terminaux avec bâtonnet *x*, d'un poil antennulaire du *Palæmon squilla*. — Gr. $\frac{200}{1}$.
6. — Portion basilaire de 4 poils à bâtonnet de *Palæmon squilla*. — Gr. $\frac{220}{1}$.
7. — Tronçon de l'exopodite de l'antennule du *Homarus vulgaris* : *p*, poils à bâtonnet formant une double rangée transversale sur chaque article; *t*, poils ordinaires. — Gr. $\frac{20}{1}$.
8. — Portion terminale de l'antennule d'une *Hyperia* spec.? avec poils stipités. — Gr. $\frac{40}{1}$.
9. — Un poil à bâtonnet d'*Hyperia*. — Gr. $\frac{220}{1}$.

Planche XXIV.

1. — Un tronçon de l'antennule d'une *Mysis chamæleon* avec poils à bâtonnet *p*. — Gr. $\frac{120}{1}$.
2. — Deux articles de l'antennule de la *Nebalia Geoffroyi*; sur l'un d'eux ont été figurés les poils à bâtonnet groupés en faisceau *p*, insérés sur le bord distal, avec des poils ordinaires *t*. — Gr. $\frac{220}{1}$.

3. — Tronçon de l'antennule d'une *Caprella linearis;* deux articles sont figurés avec leur poil cylindrique unique *p*, accompagné de poils ordinaires *t*. — Gr. $\frac{270}{1}$.

4. — Un article de l'antennule du *Gammarus locusta*, avec un poil à bâtonnet stipité *p* et des poils ordinaires *t*. — Gr. $\frac{400}{1}$.

5. — Bord distal d'un article de l'antennule du *Talitrus saltator*, avec 2 poils à bâtonnet stipités *p*, accompagnés de 4 poils barbelés *t*. — Gr. $\frac{[illegible]00}{1}$.

6. — Un poil à bâtonnet stipité du *Talitrus saltator*. — Gr. $\frac{450}{1}$.

7. — Portion distale de l'avant-dernier article et dernier article de l'antennule de la *Lygia oceanica*. — Gr. $\frac{550}{1}$.

8. — Extrémité terminale de l'antennule de l'*Asellus aquaticus*. — Gr. $\frac{330}{1}$.

9. — Extrémité du rostre et antennule rudimentaire avec poils à bâtonnet *p* de *Daphnia pulex*. — Gr. $\frac{230}{1}$.

NOTE SUR LE DÉVELOPPEMENT

DU

TRICUSPIDARIA NODULOSA Rud.

OU

TRIŒNOPHORUS NODULOSUS Rud.

Par P. MÉGNIN

(PLANCHE XXV.)

« Cet helminthe, dit Van Beneden en parlant du Triœnophore, est un des plus anciennement connus et un de ceux sur lesquels on a le plus écrit; son histoire, toutefois, est loin d'être complète; on est même loin d'avoir déterminé ses véritables affinités zoologiques (1). »

En effet, ce cestoïde, rangé jusqu'à présent dans le groupe des Bothriocéphalés et qu'on rencontre fréquemment, disent les auteurs allemands, belges et anglais, dans les poissons carnassiers d'eau douce, comme les brochets, les truites, les perches, etc. (Dujardin l'a cherché inutilement en France dans les mêmes poissons), est encore à peu près complètement inconnu dans les phases qui précèdent l'état adulte, lequel était a été très bien étudié par Pallas, Muller, Bloch, Gœze, Zeder, Rudolphi, Leuckart, Bremser, Creplin, et dans ces derniers temps par Van Beneden et Cobbold qui en ont décrit, le premier, les organes reproducteurs, les œufs et les embryons hexacanthes, le second un appareil de vaisseaux très fins, entrelacés, qui, d'après lui, entourerait les corpuscules calcaires dont le parenchyme des Triœnophores est rempli, surtout dans le tout jeune âge (2). Nous avouons n'avoir pu constater l'existence de ces vaisseaux, mais bien des fibres qui offrent la même disposition.

(1) Van Beneden. — *Mémoire sur les vers intestinaux*. Paris, 1861, page 137.
(2) Cobbold. — *Parasites*. London, 1879, p. 470.

Le Triœnophore noduleux est un ver rubanaire non distinctement segmenté mais irrégulièrement plissé et étranglé transversalement, ce qui le fait paraître noueux, d'où son nom spécifique. Les organes génitaux s'ouvrent dans un pore qui est latéral et irrégulièrement alterne, — ce qui l'éloigne des Bothriocéphalés et le rapproche au contraire des Ténias; — mais, au lieu d'avoir comme ces derniers un scolex à quatre ventouses, il a ses organes remplacés chacun par une griffe tridentée à pointes recourbées et dirigées en arrière (et non en avant comme les figure Van Beneden dans son *Règne animal*). C'est cet organe remarquable (Voyez pl. XXV, fig. 3) qui a servi de base à l'établissement de son nom générique. C'est un véritable *trident* qui a ses trois dents réunies à un corps commun dont le centre se prolonge en une apophyse plongée dans les tissus, et qui donne attache à des muscles releveurs et abaisseurs très puissants; chaque dent, dirigée d'abord en avant, est coudée dans son milieu à angle droit, de telle sorte que la pointe, très aiguë, est dirigée en dehors et en arrière; la dent du milieu est plus courte que les deux autres. Ce trident a $0^{mm},11$ de large.

La longueur du Triœnophore atteint ordinairement 10 à 15 centimètres (Cobbold dit de un à deux pieds), sur une largeur de 1/2 à 1, 2, 3, et même 4 millimètres; son extrémité opposée au scolex, qui est la partie la plus étroite et n'a que $1/2^{mm}$ de diamètre, est souvent élargie et arrondie en forme de disque plus ou moins large.

Van Beneden a vu les œufs du Triœnophore renfermant un embryon hexacanthe; mais que devient cet embryon après sa mise en liberté? se transforme-t-il en larve cystique? et cette larve, si elle se produit, vit-elle dans les mêmes poissons que l'adulte, ou bien a-t-elle besoin, avant de subir sa dernière métamorphose, de vivre dans un animal différent, une anélide, un crustacé, un molusque, ou un poisson phytophage, pâture ordinaire des poissons carnassiers dans les intestins desquels on trouve le Triœnophore sexué?

Toutes ces questions ont été jusqu'à aujourd'hui sans réponse.

A différentes reprises on a trouvé dans la truite, dans la perche, et principalement entre les cœcums pyloriques, des

cysticerques sur la signification desquels on est resté dans l'ignorance la plus complète. Friedrich Leuckart, dans une note ajoutée au livre de Tschudi (1) fait connaître qu'il trouva une fois dans la cavité abdominale de la truite plusieurs vésicules du volume d'un gros pois remplies d'un liquide clair : « Je les regarde, dit-il, comme des Acéphalocystes, mais j'ai le regret de ne pouvoir rien dire de plus positif; ce sont peut-être des vésicules primordiales destinés à produire des *Triœnophorus nodulosus* ».

Bertolus ayant étudié les mêmes kystes de la truite mais plus avancés en développement et présentant déjà une sorte de scolex non armé de forme rubanaire et ridée rempli de corpuscules calcaires, regarda ces scolex inermes comme de jeunes exemplaires de la *Ligula nodosa* des anciens helminthologistes, espèce douteuse qui, pour Diesing a été édifiée sur des fragments de Triœnophores; de plus, Bertolus avança que cette prétendue *Ligula nodosa* était la forme embryonnaire du *Bothriocephalus latus* que l'homme contracterait en consommant des salmonés porteur de cette fameuse larve de Bothriocephale. Malheureusement pour cette interprétation elle n'a d'autre base qu'une opinion personnelle accompagnée du vif regret de son auteur de n'avoir pu faire d'expérience confirmative de cette hypothèse. Karl Vogt a recherché vainement dans les truites du lac de Genève les prétendues larves de Botriocephale de Bertolus et M. Monniez n'a pas été plus heureux (2).

Chez la perche on a aussi trouvé des cysticerques plus ou moins semblables à ceux de la truite dont j'ai parlé plus haut; ainsi, M. Monniez, dans sa remarquable monographie, dit avoir reçu de M. P. Ollson l'avis que cet observateur a trouvé, à Jemtland, dans les intestins du poisson en question, un cysticerque inerme, sans cou mais pourvu de canaux latéraux et de corpuscules calcaires d'une espèce sans doute nouvelle (3).

Enfin, le foie de chabots, des perches, des truites et des ombres, contient souvent des kystes dans lesquels on a trouvé des Triœnophores que tout le monde regardait comme adultes mais que Diesing a reconnu être asexuées. Que sont ces kystes?

(1) Moniez.— *Essai sur les Cysticerques*. Paris, 1880, page 120.
(2) *Loco citato,*— p. 119.
(3) *Loco citato,*— p. 116.

Ont-ils de l'analogie avec les cysticerques? C'est ce qu'aucun auteur n'a encore recherché.

Voilà où en est l'histoire des Triœnophores.

Comme on voit une obscurité à peu près complète règne encore sur les diverses phases du développement de ces cestoïdes. Un hazard heureux vient de me permettre de soulever un coin du voile qui couvrait encore ce point intéressant de l'helminthologie.

M'étant procuré dernièrement un lot d'une douzaine de perches (*Perca fluviatilis*) pêchées en Seine, près de Paris, dans le but de faire des recherches sur le *Tænia oscellata* Rud. assez commun chez ce poisson, je ne fus pas peu surpris, en les ouvrant de voir que toutes avaient le foie malade et farci de kystes variant de volume depuis celui d'une petite tête d'épingle jusqu'à celui d'un pois. Quelques-unes des ce productions, dont les plus grosses étaient bosselées et de formes très irrégulières (Planche XXV, fig. 1), existaient aussi entre les cæcums pyloriques; l'incision du plus volumineux de ces kystes me les montra bourrés de petits vers plats, pelotonnés et très vivants ainsi qu'ils le prouvèrent quand, après les avoir isolés, je les eût déposés dans le creux d'un verre de montre avec un peu d'eau. Ces cestoïdes, qui étaient parfaitement libres, c'est-à-dire nullement adhérents à la paroi du kyste, portaient, à l'extrémité la plus ténue, l'armature caractéristique du Triœnophore; ils étaient de longueur très variable, depuis quelques millimètres jusqu'à 5 à 6 centimètres. En examinant la paroi interne des kystes, je fus frappé de la physionomie qu'elle présenta : elle était couverte de tubercules et de papilles cylindriques plus ou moins allongées, papilles dont les plus grandes étaient aplaties et noueuses absolument comme de jeunes Triœnophores en voie de développement; ce n'était en effet pas autre chose et j'avais sous les yeux la preuve que les Triœnophores se développent comme beaucoup d'autres Téniadés, c'est-à-dire au moyen d'un larve cystique polycéphale ayant beaucoup d'analogie avec le Cœnure multituberculeux de la Gerboise que j'ai décrit dans ce même journal (*Journal de l'Anatomie* 1879).

La face interne du *Céphalocyste* du foie des perches est couverte de bourgeons qui se colorent en jaune rougeâtre sous

l'influence du picro-carminate, couleur qui tranche avec la couleur rosée du tissu même du kyste; les bourgeons sont, soit isolés, soit bi, tri et même quadri-géminés, et de toutes dimensions depuis 1 ou 2 jusqu'à 50 centièmes de millimètre (Pl. XXV, fig. 2. A.); d'abord sessiles et hémisphériques, ils se pédiculisent, puis deviennent sphériques ou irrégulièrement globuleux et piriformes en grandissant; à ce moment le pédicule seul se colore en jaune et le corps piriforme qu'il supporte devient rosé, rempli d'une substance granuleuse très fine dans laquelle on ne tarde pas à distinguer des corpuscules calcaires, semblables à ceux qui remplissent le parenchyme du plus grand nombre des embryons de cestoïdes et qui se colorent en rouge par le picro-carminate. — A ce moment, ces tubercules pedonculées ressemblent beaucoup à l'embryon des Tétrarhynques avant l'apparition des quatre tiges chargées de crochets qui les caractérisent (Pl. XXV, fig. 2, B.).

Lorsque les tubercules piriformes et pédonculés ont atteint, dans leur plus grand diamètre, 1/2 à 1 millimètre, ils cessent de s'accroître en largeur, mais ils s'allongent en forme de boudins, se plissent irrégulièrement en travers, deviennent noueux, acquièrent ainsi 4 à 5 millimètres de long, puis, en même temps que le pedoncule se résorbe, apparaissent à l'extrémité opposée à celle qui est, ou qui était adhérente et qui est restée globuleuse ou dicoïde, à l'extrémité libre enfin, qui a la forme d'un gland tronqué, ou même refoulée comme une tête de clou, apparaissent les quatre griffes tricuspides caractéristiques des Triœnophores (Voyez pl. XXV, fig. 2, C et D). Bien que libre dans son kyste, par suite de la rupture et de la résorption de son pédoncule, le jeune Triœnophore continue à se développer et il acquiert aussi jusqu'à 2, 3, 4 et même 5 centimètres de longueur; il s'aplatit pendant ce temps, devient rubané, irrégulièrement plissé et étranglé transversalement; enfin il a tous les caractères d'un Triœnophore adulte avec cette différence qu'il n'est pas sexué.

On sait que les mêmes poissons qui portent fréquemment des kystes à Triœnophores, kystes qui, d'après l'étude que je viens d'en faire, sont de véritables *Cysticerques polycéphales*, on sait, dis-je, que ces mêmes poissons présentent souvent dans leurs intestins des Triœnophores adultes, c'est-à-dire sexués et ovi-

gères. Serait-ce en dévorant de leurs semblables, porteurs de cysticerques, que ces poissons provoquent le développement de Triœnophores adultes dans leurs intestins? C'est un procédé qui peut être pratiqué par les gros à l'égard des petits, mais il n'est pas le seul, il y en a un autre plus simple et plus direct que mes recherches m'ont permis de constater : dans certaines perches dont le foie paraissait sain, parce que sans doute les kystes avaient disparu par résorption, ou que peut-être la phase cysticerque n'avait pas existé ou avait été très courte (1), j'ai trouvé des Triœnophores cheminant à travers le parenchyme de l'organe, d'autres dans les canaux biliaires eux-mêmes, se dirigeant tous vers le canal cholédoque c'est-à-dire vers l'intestin ; — j'ai encore de ces foies conservés dans l'alcool où l'on voit distinctement, sous la capsule d'enveloppe, des Triœnophores serpentant l'extrémité armée dirigée vers l'intestin. Il se passerait ici le même phénomène que celui que l'on peut observer en étudiant les Spiroptères de la taupe, des lézards et même certains ascarides de poissons, ou encore le Sclérostame du cheval, lesquels passent leur vie larvaire en dehors de la cavité intestinale, enroulée dans des kystes, et rentrent dans cette cavité lorsque le moment de se sexuer est arrivé.

Je ne doute pas un instant que de grands poissons carnassiers, tels que les truites et les brochets, en dévorant des chabots ou de petites perches portant des foies farcis de kystes à Triœnophores, fournissent à ces parasites dans leurs propres intestins un milieu très favorable à l'achèvement de leur dernière métamorphose ; ils abrègent ainsi le chemin que ces parasites auraient été forcés de faire à travers le tissu du foie de leur premier hôte pour arriver dans son intestin, seul milieu convenable pour l'achèvement de son développement. L'émigration dans un autre individu n'est donc pas indispensable pour permettre au parasite d'arriver à l'âge adulte, c'est un second

(1) Dans un remarquable mémoire intitulé : *Dell'adattamento della spécie all' ambiente*, M. le professeur Ercolani, de Bologne, vient de montrer que, chez les Trematodes, sous l'empire de certaines circonstances; tous les individus ne passent pas par toutes les formes embryonnaires qu'on a cru jusqu'ici être obligatoires pour tous. Nous avons de fortes raisons de croire qu'il en est de même pour les Tænias, si voisins des Trematodes et nous espérons bien pouvoir en donner des preuves irréfragables dans quelque temps.

moyen, mais nullement forcé, employé par la nature pour arriver à ses fins, en ce qui concerne ces Tæniadès.

En cherchant à quitter le lieu où il a passé sa phase larvaire pour gagner l'intérieur de l'intestin où doit s'opérer sa dernière transformation et s'accomplir sa plus importante fonction celle de la multiplication par œufs, le Triœnophore s'égare souvent et tombe alors dans la cavité du péritoine où il périt après avoir végété quelques temps, s'il n'est pas sauvé par la dent d'un carnassier plus puissant que son hôte, ce qui n'arpas, on le comprend, quand il se trouve déjà chez une grande truite ou un grand saumon. Ce sont ces Triœnophores du péritoine des truites, privés de leurs crochets tricuspides, ou brisés en plusieurs tronçons qui conservent leur vitalité assez longtemps, ainsi que j'ai pu le constater, qui ont été pris par les anciens helminthologistes pour une espèce particulière de *Ligule* et nommés *Ligula nodosa*, et c'est cette même *Ligula nodosa* non sexuée, retrouvée par Bertolus qui a été regardée par cet auteur comme l'embryon du *Bothriocéphalus latus*, que l'homme contracterait en mangeant certains salmonés du lac Leman, spécialement porteurs de ces prétendus embryons. Cette hypothèse, qu'aucune expérience n'a jamais appuyée, tombe devant la démonstration, déjà faite par Diesing, que la prétendue *Ligula nodosa* n'est autre qu'un Triœnophore incomplet, et comme je l'ai déjà dit plus haut, l'éminent professeur de Genève, Karl Vogt, a cherché vainement, dans les truites du lac Leman, un parasite correspondant au prétendu embryon du Bothriocephale large. Il n'y a donc plus à s'occuper de l'hypothèse de Bertholus en ce qui regarde l'embryogénie du *Bothriocephalus latus*.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXV.

Fig. 1. — Foie de perche (*Perca fluviatilis*) à la surface duquel on remarque une grande quantité de petites tumeurs blanches qui ne sont autre chose que des *cysticerques* de Triœnophores.

Fig. 2. — Vue d'une portion de la face interne d'un cysticerque de Triœnophore à un grossissement de 50 diam. montrant en A de petits bourgeons en voie d'évolution et encore sessiles et hemisphériques; en B des bourgeons plus développés irrégulièrement, piriformes, ou en figues et pédonculés, dont l'intérieur, chez les plus

grands, est déjà rempli de corpuscules calcaires; en C un bourgeon plus développé, allongé et cylindriforme, encore adhérent à la paroi interne du cysticerque par son pédoncule; enfin en un bourgeon plus développé que le précédent dont l'extrémité libre porte l'armature caractéristique du scolex du Triœnophore; son pédoncule est résorbé et il va continuer à se développer librement dans la cavité du cysticerque et à prendre une forme rubanaire longue de plusieurs centimètres.

Fig. 3. — Une des quatre griffes tricuspide et à dents recourbées du scolex du Triœnophore, à un grossissement de 180 diamètres. Elle mesure dans sa plus grande largeur 0mm,11.

Fig. 4. — Un des corpuscules calcaires qui remplissent le parenchyme des bourgeons et des scolex, à un grossissement de 500 diam. Ces corpuscules calcaires à couches concentriques sont ovoïdes et mesurent en moyenne 0mm,02 de diamètre.

ANALYSES ET EXTRAITS

DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

DU DÉVELOPPEMENT

ET

DES SEXES DE L'HUITRE AMÉRICAINE
(*Ostrea virginiana*).

Par M. W.-K. BROOKS

(Analyse par M. le Dr Brocchi)

Dans la première partie de son travail, M. Brooks (1) s'occupe principalement de la fécondation artificielle des huîtres.

L'auteur commence par énoncer un fait, qui est en opposition avec ce que nous savions jusqu'à présent sur la reproduction des huîtres.

Tout le monde, en effet, s'accorde à dire que les œufs de ces mollusques sont fécondés à l'intérieur de la coquille des parents, et que les jeunes qui proviennent de ces œufs demeurent pendant un certain temps dans cet abri naturel, jusqu'au moment où ils sont suffisamment développés pour nager facilement et aller à la recherche d'un corps étranger à la surface duquel ils devront se fixer.

Or, M. Brooks a, pendant l'été de 1878, ouvert un nombre considérable d'huîtres : il a examiné très attentivement le contenu des branchies et du manteau, et il n'a jamais trouvé un seul embryon.

Le naturaliste américain fut dès lors convaincu que les embryons ne faisaient qu'un séjour très court dans la coquille maternelle et, en 1879, il ouvrit tous les jours des huîtres adultes pendant la saison de reproduction. Pas un *embryon*, pas un *œuf fécondé*, ne furent trouvés dans cette nouvelle exploration.

M. Brooks en arriva à conclure que les huîtres de la baie de Chesapeake (*O. Virginiana*) ont leurs œufs fécondés en dehors de la coquille des parents, et que durant la période, où la jeune huître européenne vit à l'abri de la demeure maternelle, le jeune de l'*O. Virginiana* vogue librement dans la grande mer.

(1) *Development of the American Oyster (Ostrea Virginiana)*, by W. K. Brooks. Baltimore, M. D., etc., in *Report of the Commissionres of fisheries of Maryland*. January, 1880.

L'auteur, après avoir rappelé les particularités anatomiques de l'huître, passe à ses expériences sur la *fécondation artificielle* (1).

Les œufs de l'huître américaine ne semblent pas différer de forme avec ceux de l'*O. edulis*.

Ils sont pyriformes.

Lorsque l'on examine ces œufs au microscope, si on les voit adhérer à la plaque de verre, si leurs contours ne sont pas bien nets, on peut craindre qu'ils ne soient pas en bon état pour être fécondés.

Quand on a trouvé une femelle dont les œufs sont dans un état parfait de maturité, on la met de côté et on cherche des mâles.

Il résulte, en effet, des recherches de M. Brooks, que les sexes sont toujours séparés chez l'huître américaine. « Je n'ai jamais, dit l'auteur, trouvé à la fois des œufs et des spermatozoïdes chez les milliers d'huîtres que j'ai pu examiner. »

L'*Ostrea Virginiana* doit donc être considérée comme un mollusque unisexué (2).

Le liquide extrait du testicule, mélangé avec un peu d'eau, et examiné avec un grossissement de 100 D., laisse apercevoir un nombre énorme de petits granules peu distincts.

En faisant l'examen avec un grossissement de 500 D., on voit que ces granules ne sont autre chose que les spermatozoïdes.

Ces derniers sont bien plus nombreux que les œufs, à tel point qu'un seul mâle peut féconder les œufs de cinq à six femelles. M. Brooks en employant un moyen qu'il serait trop long de rapporter ici, est arrivé à évaluer le nombre des œufs d'une huître femelle à près de neuf millions (8,750,000). Comme le fait observer le savant américain, ce nombre est beaucoup plus considérable que celui admis généralement comme représentant le nombre des œufs de l'*O. edulis*.

Möbius estime ce nombre à 1,012,925; Eyton (*History of the Oyster and Oyster fisheries*, London, 1858) donne un chiffre de 1,800,000.

(1) Tout en ne disant pas qu'il ait été le premier à appliquer la fécondation artificielle aux huîtres, M. Brooks semble cependant ignorer les communications déjà bien anciennes, faites sur ce sujet, à l'Académie des sciences (de Quatrefages, *Comptes-R.*, 1849, t. XXVIII, p. 291; Carbonel, *id.*, p. 291). M. Brooks ne paraît, d'ailleurs, pas avoir eu connaissance des travaux dus aux savants français. Pour n'en citer qu'un exemple, le travail de M. Davaine (Société de Biologie, 1852) sur *les sexes et sur la reproduction des huîtres*, ne figure pas sur la liste bibliographique de l'auteur américain (voir les *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*. Paris, 1847 à 1857).

(2) Je suis loin de mettre en doute les observations de M. Brooks. Mais il commet une erreur en prétendant un peu plus loin que les meilleurs observateurs de l'Europe sont arrivés au même résultat. Ainsi M. de Lacaze-Duthiers, dans l'important mémoire qu'il a consacré à la reproduction des mollusques acéphales lamellibranches (*An. sc. nat.*, 3e série, 1854, t. II), fait observer au contraire que le caractère des huîtres est le mélange, la confusion la plus complète des deux glandes sexuelles. L'hermaphrodisme de l'*O. edulis* est jusqu'à présent admise sans conteste, mais il n'y a rien de surprenant à voir une autre espèce être unisexuée. Il existe en effet un certain nombre de genres parmi les acéphales lamellibranches (Ex. g. *Pecten*) dont certaines espèces sont monoïques et les autres hermaphrodites.

On voit donc qu'ici encore l'huître américaine triomphe de sa congénère. Quoiqu'il en soit, et pour arriver à la fécondation artificielle, M. Broeks opère le mélange des œufs et des spermatozoïdes dans un peu d'eau de mer.

L'auteur décrit minutieusement le procédé opératoire; il faut, en résumé, obtenir d'une part les œufs, d'autre part le liquide séminal aussi bien purgé que possible de matières étrangères. On arrive à ce résultat par des lavages répétés.

Quelques minutes après que le mélange a été effectué on examine quelques œufs au microscope, et si l'opération a réussi, on doit voir chacun de ces œufs hérissé pour ainsi dire de spermatozoïdes.

On doit, pendant le développement, prendre quelques soins des œufs. C'est ainsi que l'eau sera renouvelée de temps à autre, etc.

Il arrive parfois que deux heures après la fécondation (1) on a déjà un certain nombre d'embryons munis de cils vibratiles et que l'on voit nager à la surface de l'eau. Il faut alors les retirer avec une pipette et les porter dans un autre vase rempli d'eau fraîche.

Dans la seconde partie de son travail, M. Brooks s'est occupé de l'embryologie de l'*O. Virginiana*. Ici il devient nécessaire de traduire littéralement plutôt que de résumer.

L'auteur revient d'abord sur le sexe des huîtres. Il rappelle ses observations sur ce sujet; de plus, il donne à l'appui de son dire la coupe d'un ovaire et celle d'un testicule. Dans les follicules ovariens on ne voit en effet que des œufs. Chaque follicule présente une cavité centrale et autour de celle-ci, de tous les côtés, font saillie des œufs opaques sur la membrane basilaire du follicule. Ces œufs sont attachés à cette membrane soit directement, soit par de longs pédoncules. On voit que chaque œuf contient un nucléus ovale, transparent, et un nucléolus. Les œufs sont tellement serrés les uns contre les autres qu'ils sont aplatis et rendus polyédriques par une mutuelle pression. La coupe de la masse génitale du mâle ne laisse apercevoir aucun œuf. L'espace qui est le plus près de la membrane basilaire de chaque follicule est occupé par une couche épaisse de petites cellules, cellules mères des spermatozoïdes, et le centre des follicules, au lieu d'être vide comme chez les femelles, est rempli de spermatozoïdes libres. Ces dernières observations ont été faites par M. Brooks dans la baie de Chesapeake pendant l'été et aussi en octobre; ce dernier mois aurait été exceptionnellement doux, et M. Brooks ne regarde pas comme impossible que l'on puisse trouver en hiver quelques individus dioïques.

Cette réserve est sans doute amenée par les observations de Mc. Crady (2). Ce naturaliste a vu en décembre, chez l'*O. Virginiana*, que « les spermatozoïdes étaient aggrégés en masse ou libres, se mouvant activement dans une « masse granuleuse jaune renfermant de nombreuses vésicules germinatives,

(1) Nous verrons tout à l'heure que ce temps est ordinairement bien plus considérable.

(2) Mc. Crady. *Observations on the food on reproduction organes of the Ostrea Virginiana whit some account of Bucephalus Cuculeus* (in. Procced. Boston, S.-N. West, 1873).

« sans montrer d'ailleurs aucune attraction vers ces vésicules, qui ne sem « blaient présenter aucun changement. »

Quoiqu'il en soit, cinq minutes après que les œufs ont été fécondés ils sont, comme nous l'avons déjà dit, couverts de spermatozoïdes; au bout d'une heure ils ont changé d'apparence, ils sont maintenant presque sphériques et la vésicule germinative n'est plus visible. On ne voit plus les spermatozoïdes à la surface de l'œuf.

Au bout de peu de temps, un petit point transparent apparaît sur la surface de l'œuf, ce n'est autre chose que le globule polaire. La vésicule germinative ne disparaît pas, mais elle se divise en deux parties : une qui est poussée en dehors de l'œuf et devient le globule polaire, l'autre qui devient le noyau du développement de l'œuf. Ce dernier est maintenant pyriforme, portant le globule polaire à son extrémité la plus élargie.

Mais avant d'arriver à cette forme, on avait pu remarquer que la période d'activité était mise en évidence par d'autres signes. Nous avons vu que l'œuf était d'abord sphérique après la fécondation. Il commence à s'allonger, il devient ovale avec une extrémité plus étroite que l'autre. L'extrémité étroite forme le pôle nutritif et l'extrémité large le pôle de segmentation (*formative pole*). On voit alors se produire des contractions qui soulèvent en plis la membrane limitante. Ce phénomène dure peu de temps et la surface redevient unie, cinq secondes après le commencement des contractions.

Presqu'en même temps, une surface moins granuleuse que le reste de l'œuf devient visible au pôle de formation, et c'est là qu'apparaît le globule polaire.

L'œuf est alors pyriforme, le pédoncule de la poire étant au pôle nutritif et le globule polaire faisant, comme nous l'avons déjà dit, saillie au milieu de la grosse extrémité ou pôle de formation.

Pendant ces stades, la matière granuleuse ou jaune se meut lentement autour de la périphérie de l'œuf. Il est intéressant de noter que pendant ces changements l'extrémité nutritive de l'œuf devient un peu plus transparente que l'autre. Trois plans de clivage se dirigent vers le centre de l'œuf de trois points équidistants de la périphérie. L'œuf est alors divisé en trois sphérules, en trois lobes presque égaux. Pendant ce stade et les suivants, le protoplasma est violemment agité et la matière granuleuse est animée du mouvement brownien. Les trois lobes d'abord égaux en étendue, changent de dimensions. Le lobe nutritif devient le plus large, et un des lobules, mieux séparé des autres, est le plus petit.

M. Brooks désigne le plus petit sphérule sous le nom de *premier micromère*, le lobe intermédiaire est le *second micromère* et le grand sphérule est nommé *macromère*. Une minute après ce stade, l'œuf s'est séparé en trois masses presque superposées; ce stade termine la première période d'activité.

Quarante-cinq secondes après, les deux micromères se sont rapprochés et unis, et le second micromère s'est uni avec le macromère. L'œuf prend la forme d'un trèfle.

Une minute après, la fusion du second micromère avec le macromère est bien plus marquée et le premier micromère commence, lui aussi, à s'unir avec le macromère. Jusqu'à présent, les lignes d'union des trois sphérules se sont

montrées bien visibles, mais une minute après il n'en est plus ainsi ; on ne voit plus la ligne d'union du second micromère avec le macromère, et la distinction qui existait entre ces deux sphérules n'est plus indiquée que par une dépression sur le bord, cette dépression elle-même ne tarde pas à disparaître. Ce stade est observé trois minutes après le précédent.

En même temps, le premier micromère s'unit à la masse formée par la réunion du second micromère et du macromère.

Durant les stades qui précèdent, l'œuf perd sa membrane externe. La chute de cette enveloppe ne laisse pas à nu la masse de l'œuf, qui est recouvert par une autre membrane. Le moment où l'œuf se dépouille ainsi est d'ailleurs variable. Maintenant, l'œuf est de nouveau presque sphérique et consiste en deux masses, une grande et une petite, unies l'une à l'autre par une surface plane.

Cependant, pendant même le stade précédent, on voit apparaître un corps circulaire, transparent, qui se montre dans le premier micromère. Un autre corps semblable se montre à l'extrémité de formation de la grande masse (2e micromère et macromère). Ces corps deviennent peu à peu plus grands, et alors très nets.

La deuxième période d'activité commence au stade suivant, qui arrive au bout de six à sept minutes. Les deux sphérules grossissent, deviennent plus visibles et sont en contact par une surface étendue. Un mouvement onduleux se produit à l'intérieur des deux cellules. On remarque alors de grands changements dans les deux corps signalés tout à l'heure ; chacun d'eux prend une forme irrégulière, étoilée, et de longs canaux partant de leur masse s'iradient dans le jaune. La chambre centrale disparaît instantanément, les canaux radiés ne tardent pas aussi à n'être plus visibles et on ne voit plus que deux petits noyaux réfringents.

Aussitôt après la disparition des chambres ou centres des corps transparents, l'œuf se présente sous l'aspect suivant. Le premier micromère est devenu presque sphérique, exactement distinct du reste de l'œuf, et le deuxième micromère et le macromère, qui s'étaient unis, sont séparés de nouveau.

Une minute après encore, on peut voir le pôle de formation divisé en quatre micromères. Il est probable que deux de ces micromères sont formés par la division de celui que nous désignons sous le nom de premier, les deux autres étant formés par la division du deuxième micromère.

Deux minutes après, trois des micromères, les deux nouveaux et le premier sont bien nets et font saillie, mais le deuxième micromère est de nouveau confondu avec le macromère.

Trois minutes et demie après ce stade, nouveau changement. Le deuxième micromère, tout à fait confondu avec le macromère, forme une masse presque sphérique où l'on remarque une vésicule transparente. Chacun des trois autres micromères présente une vésicule semblable.

Deux minutes écoulées, et les trois micromères sont aplatis l'un contre l'autre et forment une masse, de telle sorte que l'œuf est redevenu presque sphérique. Ce stade marque la troisième période de repos.

Au bout de treize minutes, les trois micromères sont de nouveau bien visi-

bles, la masse constituée par le second micromère et le macromère s'est allongée, et le premier micromère se subdivise en deux parties.

L'œuf présente maintenant un grand micromère au pôle nutritif, et le *pôle* de formation porte six sphérules distinctes d'un côté du globule polaire et un autre sphérule plus grand de l'autre côté de ce globule. Ce dernier sphérule aplati est en contact par une large surface avec le macromère (c'est sans doute le deuxième micromère des stades précédents).

L'histoire des stades précédents, montre qu'un micromère seulement est en avant du globule polaire et que les six autres sont par conséquent postérieurs à cette région. Le macromère seul deviendra la surface dorsale. Vingt-trois minutes plus tard, les micromères postérieurs au globule polaire sont très nombreux, ils forment une espèce de casque (l'ectoderme) qui coiffe le macromère. Le nombre de ces micromères, de ces cellules de l'ectoderme s'accroît rapidement; si on examine l'œuf cinq heures et quinze minutes plus tard, on voit que le bord antérieur du macromère est encore séparé du globule polaire par un seul sphérule; le second micromère croît considérablement. Enfin, une heure plus tard environ, les cellules de l'ectoderme sont devenues très nombreuses, petites, et le macromère est presque caché par elles.

Vingt-sept heures environ après l'imprégnation, les contours ont subi un grand changement; l'axe le plus long est maintenant celui qui s'étend du globule polaire au côté postérieur, et l'axe vertical, qui était le plus long, est maintenant le plus court. En somme, le contour de l'embryon est elliptique. Sur une coupe on voit en ce moment que le macromère est maintenant divisé en deux larges sphérules presque entièrement recouvertes par l'ectoderme, sauf une petite portion à la surface dorsale. Le globule polaire est maintenant séparé du bord antérieur de l'ectoderme par quatre cellules plus petites que celles qui sont du côté opposé. Un peu plus tard, tout l'endoderme est recouvert par l'ectoderme. L'embryon présente en ce moment la forme discoïdale, la surface dorsale et la surface ventrale sont aplaties et parallèles. Les deux cellules de l'endoderme se divisent alors et sont au nombre de six. Ces cellules foncées se voient à travers l'ectoderme plus transparent. Vers ce stade environ ou un peu plus tôt, l'ectoderme et l'endoderme se séparent, et il se fait une segmentation cavitaire, il se forme une cavité bien visible sur la coupe. L'endoderme est alors divisé en larges sphérules formant une couche qui s'infléchit vers l'ectoderme, de telle façon que la surface dorsale n'est plus aplatie, mais en forme de soucoupe, formant ainsi une cavité large, mais peu profonde, qui n'est autre chose que la cavité digestive primitive. La surface ventrale de l'ectoderme présente des cils courts, et l'embryon est capable de tourner et de nager.

Ce stade de l'embryon est le stade *Gastrula* (1).

(1) M. Brooks fait remarquer que ce passage de l'embryon de l'huître par l'état de Gastrula vient à l'appui de la théorie de M. Hæckel, et contredit, au contraire, celle de M. Salensky. Les phases évolutives précédentes et les suivantes sont celles qu'on a observées sur tous les mollusques gasteropodes et lamellibranches. Leurs périodes essentielles ont été décrites et figurées déjà par M. Davaine. (*Mémoires et comptes-rendus de la Société de Biologie*, 1852.)

Ce moment est d'une grande importance quand on a pratiqué la fécondation artificielle, car c'est alors que les embryons nagent à la surface de l'eau, et qu'il devient nécessaire de les placer dans d'autres vases, en prenant soin d'enlever les embryons ou les œufs qui ont péri.

L'embryon a en ce moment des contours très irréguliers, mais nets et caractéristiques. Près du centre de la surface ventrale il y a une protubérance qui, d'ailleurs, se retrouve dans cette région chez presque tous les embryons de mollusques. Cette protubérance qui, chez d'autres acéphales, devient le pied, peut être considérée comme un rudiment de cet organe. En face de cette protubérance, le côté antérieur du corps est arrondi et occupé par les longs cils du velum formant un cercle.

Au centre de la surface dorsale du corps, on voit un sillon profond en forme de croissant. En arrière de ce sillon, le corps est terminé par une protubérance pointue que l'on désigne sous le nom de papille anale, enfin, et nous y reviendrons, une petite ouverture, un *blastopore* est situé au centre du sillon en croissant.

Ce stade où, comme nous l'avons vu, l'embryon peut nager librement, est peut-être atteint en deux heures, quand les circonstances sont exceptionnellement favorables. Mais ordinairement l'embryon met vingt-quatre heures pour arriver à cet état.

La durée de ce stade varie également beaucoup. Après douze heures, l'embryon peut atteindre une autre forme. Les contours n'ont pas subi de bien grandes modifications. La protubérance (rudiment du pied) a disparu, et le blastophore de la surface dorsale est entièrement fermé, l'ectoderme s'étant avancé par-dessus lui. La rainure transversale en sillon a complètement disparu et un petit corps irrégulier transparent est devenu visible de chaque côté du point qu'occupait le blastopore. Ces deux petits corps ne sont autre chose que les deux valves de la coquille en ce moment complètement séparées.

A la partie postérieure de cette région, la papille anale se voit en arrière et en bas. Le corps arrondi porte le velum. Peu d'heures après, la coquille est devenue plus grande ; elle est ordinairement irrégulière sur les bords (cependant elle est quelquefois régulière, pyriforme). A la partie postérieure de la coquille est la papille anale, qui porte maintenant quelques cils peu nombreux, courts. La région digestive est devenue bien plus large et le centre est occupé par une cavité distincte à parois ciliées. Au point directement opposé à celui où se trouve la coquille, cette cavité s'ouvre au dehors par une nouvelle ouverture, et on peut voir des petites parcelles de nourriture que font cheminer les fils vibratiles.

A ce moment, les bords de cette petite ouverture peuvent faire saillie, former une espèce de disque suceur, à l'aide duquel les embryons adhèrent les uns aux autres, et aussi aux corps étrangers.

Un peu plus tard, la coquille devenue grande, régulière sur les bords, couvre presque la moitié du corps. La région digestive a maintenant deux ouvertures qui sont placées l'une près de l'autre à la surface ventrale.

Enfin, sur un embryon de quatre à cinq jours, la région digestive a pris une grande étendue, et la portion postérieure, beaucoup plus petite que l'antérieure, forme le tube intestinal. Les parois latérales de l'estomac forment une

paire de poches ou diverticulum où l'on aperçoit un grand nombre de globules huileux.

En résumé, dit M. Brooks :

1° L'embryon présente le stade *Gastrula*;

2° Le blastopore est complètement fermé, laissant la cavité digestive sans communication avec l'extérieur ;

3° La coquille apparaît au point où s'est montré d'abord le blastopore ;

4° Une, puis deux ouvertures de la cavité digestive apparaissent au point directement opposé à celui qu'occupait le blastopore ;

5° Il faut remarquer que la coquille est, chez l'huître, divisée dès l'origine en deux valves distinctes et séparées. Pendant que les coquilles continuent à croître, on voit apparaître des fibres musculaires qui attirent peu à peu les côtés du corps et le velum entre les valves. En ce moment se forme le manteau.

G.-B. Ercolani. — *Dell' adattamento della specie all' ambiente. — Nuove ricerche sulla storia genetica dei Trematodi* (De l'adaptation de l'espèce au milieu. — Nouvelles recherches sur le développement des Trématodes).

Mémoire, accompagné d'un grand nombre de figures, lu à l'Académie des sciences de l'Institut de Bologne, le 10 février 1881, et inséré dans le tome II, série IV, des Mémoires de cette Académie.

(*Analyse* par M. P. Mégnin.)

Depuis les remarquables et importants travaux de Steenstrup et de Siebold sur les générations alternantes, on a acquis des connaissances certaines sur les métamorphoses multiples par lesquelles passent les embryons des Trematodes en général, avant d'arriver à l'état adulte. Néanmoins, l'histoire du développement des Distomes hépatique et lancéolé est encore enveloppée d'obscurités profondes, et cependant l'éclaircissement de ce point d'helminthologie est d'une importance capitale pour l'agriculture si l'on songe aux pertes considérables qui sont causées par la maladie due à ce parasite, maladie connue sous le nom de *Cachexie aqueuse*, *cachexie ictero-vermineuse*, ou de *Distomatose*, et qui décime péridioquement les troupeaux de bêtes à laine et même de bêtes à cornes dans différentes contrées de l'Europe.

D'illustres savants se sont déjà livrés avec ardeur à des recherches patientes sur ce sujet, mais les espérances que ces recherches avaient fait naître ont été jusqu'à présent constamment déçues.

L'auteur distingué du mémoire que nous analysons s'est livré de son côté à des travaux et à des études qui ont eu pour but, sinon de résoudre l'ardu et difficile problème de l'origine des Distomes hépatique et lancéolé de nos ruminants domestiques, du moins d'accumuler des matériaux qui faciliteront la voie à d'autres. Dans ses recherches, il s'est attaché à déterminer quelles sont les larves de Trématodes qui se trouvent le plus communément chez les mollusques terrestres et aquatiques qui habitent dans les eaux ou sur le sol des pâturages d'Italie, parce qu'il a pensé qu'il y avait peut-être un rapport

entre le nombre de ces larves habitant les mollusques et la quantité de Distomes adultes habitant les canaux biliaires des bestiaux paissant sur ces pâturages, et que les larves de ces Distomes devaient se trouver parmi celles qui hantent lesdits mollusques.

Ce genre de recherches, très ingrat parce que les résultats sont toujours entièrement dépendants du hazard, est une suite de celles que M. Ercolani avait déjà faites en 1855 et en même temps la continuation de celles faites par Filipi sur le même sujet et dans le même pays. Bien qu'il en qualifie modestement le résultat de « mince », nous nous permettrons de le regarder au contraire comme considérable; car, s'il n'est pas arrivé encore à découvrir le milieu où les Distomes hépatique et lancéolé passent leur premier âge, il a montré par des expériences des plus intéressantes que la même larve de Distome, le même *cercaire*, développé dans deux milieux ou animaux différents, change de caractères spécifiques et prend une forme adaptée au milieu. C'est là un résultat sur l'importance duquel nous n'avons pas besoin d'insister.

Le mémoire de M. Ercolani est divisé en trois parties :

Dans la première, il fait l'examen critique des larves de Trématodes qu'il a trouvées chez les mollusques d'eau douce et dont quelques-unes peuvent poursuivre leur développement chez des vertébrés à sang chaud.

Dans la seconde, il parle des *Cercaires*, ou larves de Distomes, qu'il a trouvées chez les mollusques terrestres, et de l'une desquelles il a obtenu le développement chez la couleuvre à collier (*Tropidonotus natrix*).

Dans la troisième et dernière, il fait l'examen des larves de distomes et des Distomes parfaitement ou imparfaitement développées dans les intestins de la grenouille rousse (*Rana temporaria*) et du *Tropidonoton natrix*, et qu'il a transportés de l'intestin de l'un de ces animaux dans celui de l'autre. Par cette mutation, il a obtenu d'une même larve deux formes de Distomes entièrement différentes, ce qui prouve que les différences dépendent exclusivement des milieux dans lesquels on a transporté artificiellement la larve.

A ces résultats importants, on en constate d'autres aussi remarquables dans les recherches de M. Ercolani; ainsi, il a rencontré chez certains mollusques terrestres des sporocystes avec cercaires, et chez d'autres des cercaires libres ou enkystés sans sporocystes; ce qui jette, dit l'auteur, une ombre de doute sur la doctrine générale qui est enseignée et universellement adoptée relativement au développement des Trématodes, à savoir : que, dans tous les cas, les Trématodes proviennent toujours de cercaires et ceux-ci d'embryons infusiformes, lesquelles formes larvaires ne peuvent vivre que dans l'eau. Si cette loi était constante, on ne comprendrait pas comment des sporocystes ou des cercaires enkystés peuvent se trouver chez des mollusques terrestres.

Dans une communication supplémentaire lue à la séance du 12 mai 1881, à l'Académie des sciences de Bologne, et insérée dans ses Comptes-Rendus, M. G.-B. Ercolani annonce que dans de nombreuses autopsies de moutons et de bœufs affectés de cachexie ictéro-vermineuse, — ce qui lui a donné l'occasion de faire de nombreuses récoltes de parasites, — il a constaté que la période de l'ovulation, ou des amours, chez les Distomes de nos ruminants

domestiques, n'est pas permanente et qu'il y a une période de repos qui correspond à l'hiver pendant laquelle on ne trouve pas d'œufs de nouvelle formation dans l'oviducte de ces parasites, quoique adultes. Les œufs ne commencent à se former, chez le Distome lancéolé, qu'au mois d'avril, et un peu plus tard chez le Distome hépatique ; la période de repos serait plus courte chez le premier.

M. Ercolani a aussi cherché à suivre le développement de l'embryon dans l'œuf des Distomes, et il a constaté que, pendant tout l'hiver, aucun changement ne se remarque dans la matière vitelline ; ce n'est qu'en avril que l'embryon commence à se former, et ce phénomène de stagnation dans le développement de l'embryon, que Leuckart attribuait à l'influence de la lumière parce qu'il avait obtenu ce développement seulement dans une chambre obscure d'incubation et à une température constante de + 14° R, est d'après M. Ercolani entièrement dépendant de la saison. Il s'est assuré aussi que la dessication de l'eau qui contient des œufs de Distomes n'empêche pas le développement ultérieur des embryons.

Il a vu l'embryon du Distome hépatique sortir de l'œuf par l'opercule et présentant bien la forme que lui a attribué Leuckart ; ses dimensions sont les suivantes : longueur, $0^{mm},18$ à $0^{mm},23$ suivant qu'il a le corps allongé ou contracté ; largeur à l'extrémité antérieure, $0^{mm},05$ à $0^{mm},07$, et à l'extrémité postérieure, $0^{mm},03$ à $0^{mm},04$. Au milieu de l'extrémité antérieure du corps existe une petite éminence papillaire regardée par Leuckart comme un organe tactile, mais qui, pour Ercolani, représente le cou, car il lui a semblé voir l'extrémité percée. Conformément à ce qu'a indiqué Leuckart, il existe aussi au tiers antérieur du corps un organe noir, mais il est en forme d'*x*, et non d'X, comme le figure le docteur allemand. Cet embryon cilié paraît avoir une vie très courte dans l'eau des vases d'incubation ; Ercolani, pas plus que d'autres, du reste, n'a pu voir encore le passage de cet embryon cilié à un état de développement plus complet.

Des observations ci-dessus sur le développement des Distomes des ruminants, Ercolani conclut que la propagation de la maladie qu'ils causent ne peut avoir lieu l'hiver, mais seulement l'été et l'automne.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

Saint-Denis. — Imprimerie CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.

LES ANGUILLES MALES

COMPARÉES AUX FEMELLES

Mémoire lu à l'Académie des sciences le 21 Février 1881

Par Ch. ROBIN

(Planche XXVI).

§ 1. — Indications préliminaires.

Après d'autres, j'ai rappelé dans ce recueil (1880, p. 596) que Spallanzani, Lamouroux, etc., étaient dans le vrai lorsqu'ils déterminaient que les petits poissons dont l'ensemble reçoit le nom de *montée (Civelles, Bouiron, Biboles)* sont les anguilles du premier âge ou alevins d'anguilles. La couleur et la transparence exceptés, ils ont en effet, dès qu'ils quittent le lieu de leur éclosion et pris auparavant même, plus ou moins loin en mer, les caractères zoologiques qu'ils conserveront toujours. L'origine de la nageoire dorsale, la mâchoire supérieure plus courte que l'inférieure, etc., sont dès l'éclosion ce qu'elles seront sur l'*adulte*. Ces poissons, à cet égard, sont ce que sont tous les autres.

Les organes sexuels mâles et femelles ne sont pas encore visibles à la partie supérieure de la cavité abdominale de chaque côté et ne le deviennent que lorsque l'animal a une longueur de 20 centimètres ou environ. Cela seul permet de les appeler des *larves*, mais encore est-il que, sous ce rapport, ce sont déjà des Anguilles reconnaissables comme telles, des Anguilles auxquelles les organes sexuels apparents dans l'abdomen manquent seuls.

Toutes les idées ou hypothèses émises sur des transformations ou métamorphoses possibles, autres que le développement naturel tel qu'il est connu sur les poissons en général, tombent devant ces faits. Ces derniers montrent, en outre, que l'alevin du Congre (*Muraena Conger*), reste encore inconnu ; que son

arrivée à l'état adulte n'a lieu qu'en mer et en pleine mer seulement; qu'elle n'a pas lieu soit en eau douce, soit en mer, plus ou moins près de la côte, comme pour l'anguille.

L'observation montre, en effet, qu'en mer comme en eau douce, les *Civelles* perdent notablement de leur transparence lorsqu'elles arrivent à la longueur de 6, 7 et 8 centimètres. A cette période, elles prennent déjà visiblement le ton brun jaunâtre de l'adulte. A compter de l'époque où elles ont 9 centimètres, et mieux encore 10 ou 11, la couleur précédente et l'opacité l'emportent; l'animal ne peut plus être aisément observé par lumière transmise sous le microscope, il a, sauf la longueur, l'aspect extérieur de l'adulte. Ces particularités sont encore plus tranchées sur les individus longs de 12, 13 et 14 centimètres. Suivant Valenciennes, c'est à cette période (avril ou mai, 3 ou 4 mois après l'éclosion) qu'elles recevraient le nom de *Civelles*. A cette époque aussi, selon cet auteur, elles seraient d'un *beau jaune de soufre*. Cette indication est contraire à toutes celles que j'ai trouvées dans les autres auteurs et à ce que j'ai pu observer.

Les particularités sus-indiquées sont encore plus tranchées sur les individus longs de 14 à 20 centimètres. Je les ai constatées sur des anguilles prises en eau douce aussi bien que sur celles prises par des dragages à plusieurs kilomètres en mer, ou sur le rivage à marée basse, de 30 à 50 mètres au delà des limites atteintes par la marée haute, en Bretagne. Ces anguillettes de 9 à 25 centimètres, étaient assez communes en 1881, alors qu'elles manquaient tout à fait ou étaient fort rares dans les années précédentes.

En un mot, l'évolution des Anguilles de l'état de *Civelles* à celui d'*Anguillettes* ou anguilles proprement, est un développement régulier, sans métamorphose, sans remplacement d'organes fœtaux ou primordiaux qui disparaîtraient, par d'autres qui les remplaceraient d'une manière permanente. De plus, ce développement se fait dans l'eau de mer aussi bien qu'en eau douce lorsque l'état des fleuves ne se prête pas à une *montée* aussi régulière qu'à l'ordinaire, ainsi qu'on l'a vu en 1881.

Sur plusieurs points des rives du continent ou des îles, plus ou moins avant en mer, on prend des Anguilles aussi bien que des Congres, bien qu'en moindre nombre.

§ 2. — Les mâles des Anguilles comparés aux femelles.

L'existence de différences sexuelles dans l'Anguille commune (*Murœna anguilla* L. *Anguilla vulgaris*, Rafinesque, Rondelet) ne laisse aucune prise au doute, à quelque époque de l'année que l'examen soit fait.

A quelques exceptions près, toutes les Anguilles décrites sous le nom de variété *pimpeneau* ou *pimperneau*, des étangs et marais maritimes (*glut-eel* des auteurs anglais), à yeux gros et saillants, bec court et plat, corps mince, cylindrique, dos noir, nageoires pectorales un peu plus grandes que dans les *Anguilles de rivière*, souvent tenues étalées et écartées le long du corps pendant la vie, ne dépassant pas $0^m,38$ ou $0^m,40$, etc., sont des mâles. Dans un lot d'*Anguilles de Seine*, ayant tous les caractères ordinaires de l'espèce, l'une longue de $0^m,45$ comme la plupart des autres était un mâle. Je n'ai jamais trouvé de mâles plus longs.

Sirsky donne $0^m,43$ comme la plus grande longueur donnée aux mâles qu'il a observés.

L'abondance des *pimpeneaux* et leurs caractères tranchés peuvent même faire dire qu'il est peu d'espèces de poissons parmi lesquelles des caractères sexuels extérieurs soient aussi tranchés, pour le mâle comparativement à la femelle, que dans les anguilles. Seulement le mâle ne quitte le rivage des mers qu'à l'époque de la reproduction, pour gagner le fond, tandis que la femelle ne s'y rend, ne quittant les eaux douces que temporairement et à la même époque.

La dissection des Anguilles longues de $0^m,35$ ou environ fait saisir au premier coup d'œil en toute saison, si l'animal est mâle ou femelle. Au lieu des caractères de l'ovaire, ruban continu, demi-transparent, jaunâtre, plissé en collerette, à la même place, avec les mêmes rapports, les mêmes différences de longueur à droite et à gauche, de rapports anatomiques des extrémités supérieure et inférieure, de diminution de largeur de l'extrémité postérieure, se voit le testicule, ruban mince, étroit, rénitent, plus ou moins rosé ou d'un gris demi-transparent, rarement blanchâtre. Il est formé d'une série de lobes aplatis, flottants, larges de 2 millimètres le plus souvent, un peu

plus longs que larges (pl. XXVI, fig. 1 et 2), dont la plus grande épaisssur ne dépasse pas 1 millimètre hors du temps de reproduction, à face interne (fig. 3, *c*) bombée et l'autre plane, à bord externe ou libre mince (fig. 3, *a*), arrondi en quart de cercle (fig. 2, *a. b. c.*), lobes tous reliés ensemble en ruban à leur base seulement par le canal déférent, etc., à lobules indépendants et distincts (fig. 1 et 2, *a. b. c.*)

Il n'est pas rare de voir sur ces *Pimpeneaux* à côté des femelles de même taille, les nageoires pectorales presque deux fois plus longues et sensiblement plus larges, l'œil d'une largeur presque double, l'iris un peu plus noirâtre, la tête un peu plus renflée au devant de l'orifice operculaire ou branchial, le museau moins alongé au delà des yeux.

A propos du volume des yeux il faut rappeler que sur toutes les anguilles qui ont grandi dans les puits les yeux sont plus gros et plus saillants que sur celles des rivières.

Au bout de 2 à 8 jours de captivité du reste le ton de noir se rabat plus ou moins vers le brun verdâtre ou jaunâtre des anguilles de rivière. A. Pouchet du reste fait remarquer que les différences de ton, du jaunâtre ou grisâtre pâle au vert intense, des anguilles est en rapport avec la nature vaseuse, sableuse ou autre du fond de l'eau où elles vivent. (*Zoologie classique.* Paris, 1841, in-8°, p. 662.)

M. le Dr H. Leroux, d'autre part, en me signalant que la *montée* s'opère dans les marais salants comme dans les fleuves, mais en moins grande abondance, y indique une variété qui n'est pas le *Pimpeneau*. C'est une anguille blonde peu appétissante. Cependant on y prend aussi le *pimpeneau*, dont le goût est ici plus délicat que lorsqu'il est pêché dans les eaux douces.

Les *pimpeneaux* des Sables d'Olonne en particulier, dits *Anguilles blanches* (en raison du blanc jaunâtre irisé de leur face ventrale) que m'a envoyés à diverses reprises M. Leroux avaient presque tous d'une manière tranchée les yeux gros, la tête conoïde jusqu'au museau qui n'était pas aplati, ni tronqué; leurs nageoires pectorales étaient noires, tenues étalées et écartées du corps, arrondies, larges. Leur ligne latérale était plus marquée aussi que sur les femelles et le dos un peu moins noir.

Le repli péritonéal qui enveloppe les testicules comme cela

est aussi pour les ovaires, les rattache aux côtés de la colonne vertébrale et de la vessie natatoire. Sur les femelles de même taille, c'est un ruban continu, large de un centimètre et plus, d'un blanc jaunâtre, plus ou moins mat ou demi-transparent, qu'on trouve interposé de la même manière entre les viscères abdominaux et la portion correspondante de la paroi ventrale.

Ces différences entre l'anguille mâle et la femelle, saisissables au premier coup d'œil, suffisent pour les faire reconnaître; mais il est nécessaire de les constater dès l'instant où il existe des mâles ayant les caractères extérieurs des femelles, autres par conséquent que ceux des *pimpeneaux*, c'est-à-dire qui ont les caractères extérieurs des femelles de petite ou moyenne taille ainsi que je l'ai indiqué plus haut (p. 439). Ces différences extérieures, du reste, sont plus grandes que celles qui existent intérieurement entre l'ovaire et le testicule des Murènes (Ch. Robin, *Sur le cœur caudal des anguilles. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, Paris, 1880, in-8°, p. 597), de divers autres poissons; elles peuvent même être comparées à celles qui existent entre les testicules et les ovaires chez les batraciens et oiseaux.

Mais ces différences sexuelles extérieures ne suffisent qu'en raison de ce qu'elles correspondent aux dissemblances structurales existant entre les éléments anatomiques constitutifs des organes internes remplissant le rôle physiologique mâle d'un côté, femelle de l'autre, et cela malgré les homologies morphologiques, embryogéniques et de connexions qui rapprochent l'ovaire du testicule. C'est ce que l'histologie rend incontestable.

Le manque de cette détermination de la structure intime de ces organes a conduit à ne pas donner aux caractères extérieurs (à ceux du *pimpeneau*, par exemple), l'importance qu'ils ont comme se rapportant ici au mâle, ailleurs à la femelle, à corps plus renflé, moins noirâtre, à tête plus effilée, œil petit, etc.

Cette lacune a empêché même quelques anatomistes de tenir compte des différences extérieures qui, en toute saison, existent entre l'ovaire et le testicule, dont en tout temps aussi les différences de structure sont saisissantes sous le microscope.

D'une part à quelque époque de l'année que ce soit, l'ovaire montre ses ovules, plus ou moins développés, mais semblables à ceux de tous les autres poissons osseux, sa trame celluleuse lâche, pouvant être réduite un minimum près de l'époque de la ponte, ou au contraire plus tard, mais en partie seulement cellulo-adipeuse.

D'autre part, le testicule lobulé, plus consistant, à trame celluleuse serrée, sans cellules adipeuses, parcouru dans toute son étendue par des *tubes* ou *cylindres séminifère* ou *testiculaire*, flexueux, contournés, terminés en cæcums aux deux bouts, du moins hors de l'époque du rut, c'est-à-dire rentrant dans le type des testicules canaliculés tels que celui des Cyprins, etc.

Quoiqu'il en soit, on voit facilement qu'il reste encore à déterminer par une comparaison suivie des caractères extérieurs ou zoologiques, si les différences femelles externes sus-indiquées à propos des *pimpeneaux* se retrouvent tant sur les côtes, autres que celles de France en général, que sur les 4 à 5 principales *variétés* en particulier de l'*Anguille commune* établies par les zoologistes, y compris le *Sardias* (Voy. Desvaux, *Essai d'ichthyologie*. Angers, 1851, in-8°, p. 42 et 163).

Divers auteurs, comme Valenciennes, disent qu'on ne voit point dans nos eaux douces, d'anguilles avec des laitances ou des ovaires pleins. Cela n'est vrai que pour la laitance ou contenu des testicules; mais les ovaires sont au contraire pleins d'ovules sphériques, larges de $0^{mm},1$ à $0^{mm},2$ pendant toute l'année. Inutile d'insister ici sur les degrés de visibilité de leur *vésicule germinative*, de leur plus ou moins de granulation et de volume, suivant les saisons; sur la couche de minces cellules épithéliales polygonales, à petit noyau lenticulaire qui sépare toute la surface du vitellus de la face interne de sa mince *zone transparente* ou *membrane vitelline*. Pendant l'été, la plupart des œufs conservent le volume qu'ils avaient en hiver, mais ils sont moins nombreux qu'alors, et la trame renferme des cellules adipeuses en plus ou moins grand nombre, qu'on ne voit plus là, lors de la descente en mer des anguilles. De plus, pendant l'été, les ovules, au lieu d'avoir une *vésicule germinative* sphérique, plus ou moins finement grenue, montrent le contenu de cette vésicule segmenté en deux, quatre, huit ou un très grand nombre de globules demi-solides, gri-

sâtres, ovoïdes, lorsqu'ils ne sont encore qu'au nombre de 2 à 8, sphériques ensuite, d'autant plus petits naturellement qu'ils sont plus nombreux.

Notons ici que le bord libre de l'ovaire des anguilles est rectiligne. L'organe, en un mot, est tout d'une pièce, comme un ruban, et non formé comme le testicule d'une succession de lobes minces retenus ou reliés ensemble à leur base seulement par le canal déférent et le tissu cellulaire sous-péritonéal. Des vaisseaux partent perpendiculairement de ceux qui longent le bord adhérent de l'ovaire. Ils s'avancent parallèlement les uns aux autres, perpendiculairement donc à sa longueur, jusqu'auprès du bord libre de celui-ci, qui est régulier, non dentelé, ni lobé (fig. 2). Là, ils s'anastomosent en arcade.

La face externe de l'ovaire est comme surmontée d'étroites lamelles transversales rapprochées, dirigées parallèlement aux vaisseaux précédents. Elles sont moins longues que l'ovaire n'est large, et là où l'une l'interrompt, il en naît une ou deux autres, à peu près au même niveau, et celles-ci vont jusqu'au bord externe ou libre de l'ovaire. Elles se terminent à quelques dixièmes de millimètre de celui-ci, sans l'atteindre tout à fait ni le dépasser par conséquent. Les anses anastomotiques entourent ici l'extrémité externe ou inférieure des lamelles saillantes. Celles-ci se développent plus ou moins en hauteur, à la surface de l'ovaire, lors de la maturation des œufs, et limitent, entre leurs faces de contact, d'étroits sillons.

Au fond de ces sillons, dans la lame ou corps même de l'ovaire se trouvent les vaisseaux sus-indiqués, correspondant en quelque sorte à autant de cloisons intra-ovariennes. Les ovules remplissent tout l'intervalle qui les sépare et c'est parce que dans cet intervalle, ces ovules sont en plus grande épaisseur que n'est le tissu de la trame que parcourt le vaisseau, qu'ils constituent les étroites bandes ci-dessus faisant saillie sur la face externe de l'ovaire ; bandes ou saillies continues par leur base avec le corps même de l'ovaire. Lors de l'ovulation ces lames grandissent et s'élèvent davantage. Lorsqu'elles s'inclinent, elles dépassent le bord libre de l'ovaire, en simulant des dentelures de ce bord qui ne sont pas réelles. Ce bord en effet n'est que débordé par les épaississements lamelleux de la surface externe du ruban ovarien quand ils s'inclinent. La

face interne, au contraire, est lisse, brillante, sans bandelettes saillantes, ni plis à proprement parler.

Il ne faut pas confondre ces particularités avec celles qui donnent à l'ovaire l'aspect *plissé en manchette* ou en *collerette*. Cette dernière disposition résulte de ce que le bord libre de l'ovaire est plus long que son bord adhérent. Aussi les vaisseaux qui partent de ce bord pour se rendre à l'autre, s'écartent-ils un peu en s'approchant de ce dernier. De plus, il en résulte pour l'ensemble de la lame ovarienne, la formation de *bosselures* et dépressions en *godets*, ou plis *bouillonés* ou *godronnés*, analogues à ceux des collerettes.

Ces particularités se voient surtout bien sur les ovaires flottants dans l'eau d'un vase à dissection.

Valenciennes décrit même les masses gélatiniformes dans lesquelles seraient plongés leurs œufs. Quelques-uns les ont dites vivipares ou *ovovivipares*. Il n'y a là que des suppositions sans l'observation des ovules et des caractères des *jeunes* ou alevins, dont la diagnose zoologique, aussi facile à saisir que sur toutes les autres espèces de poissons, devrait être donnée pour apporter quelque conviction. C'est ce qui manque absolument à une indication parfois citée de De Joannis (*Comptes rendus de l'Ac. des sciences*. Paris, t. VIII, p. 301), qui semble être relative à une expulsion accidentelle d'helminthes, ainsi que Valentiennes l'a déjà remarqué.

Du reste la disposition des organes génitaux du mâle permet à la rigueur de comprendre qu'il y ait accouplement et possibilité d'introduction du sperme dans le cloaque des femelles, comme sur les Pœcilies. Mais l'ovaire des anguilles femelles manquant d'oviducte, ces poissons étant de ceux dont les ovules tombent de l'ovaire dans le péritoine pour sortir par les pores péritonéaux, aucune disposition anatomique ne rend possible l'arrivée du sperme jusqu'aux ovaires et de là aux ovules, comme cela est au contraire pour les cyprinoïdes sus-indiqués. La simple anatomie des organes génitaux femelles contredisait déjà toute admission de la viviparité ou de l'ovoviviparité avant l'époque ou l'hypothèse qui les concerne a été produite.

Valenciennes rapporte, d'après le dire des pêcheurs comment les anguilles fraieraient en se frottant deux à deux, ou avec entrelacement de plusieurs individus de sexes différents. Mais

personne n'a encore anatomiquement constaté : 1° s'il y avait là un individu pourvu de testicules; 2° si au moins dans le cas de l'entrelacement de plusieurs anguilles il y avait mélange de *Pimpeneaux* à des anguilles ordinaires femelles. Ces faits qu'il serait facile de constater restent à voir. Même remarque pour le cas où il s'agit des anguilles se mettant en boule du volume des deux poings ou de la tête, pelotonnées, glissant en se frottant les unes contre les autres, fait noté par nombre de riverains des fleuves, qui considèrent ces entrelacements observés en novembre comme composés d'anguilles mâles et femelles se laissant ainsi rouler jusqu'à la mer pour y frayer.

Notons en outre que les expériences citées dans mon précédent mémoire (Voy. dans ce *Recueil*, 1880, p. 619), prouvant que les anguilles peuvent vivre des jours et des mois après qu'on leur a enlevé la queue et le cœur caudal, montrent que contrairement à quelques assertions la présence de cet organe n'explique aucunement l'habitude de certains pêcheurs de mordre fortement la queue des anguilles pour les tuer sans mutilations apparentes.

L'absence des œufs dans les uns de ces poissons, leur présence en tout temps dans les autres, sous un diamètre de 1/10 à 2/10 de millimètre, si facile à constater, contrairement à quelques assertions, eût déjà dû prouver l'existence des deux sexes, en attendant la comparaison de la structure intime de l'organe sans ovules à celle du testicule des autres poissons.

Ces comparaisons eussent certainement dû être faites avant toutes recherches tendant à prouver l'existence d'un hermaphrodisme exceptionnel, ou encore, qui plus est, avant de supposer, sans étude préalable de l'évolution de l'ovaire, que l'organe décrit comme le testicule n'est qu'un ovaire qui ne serait pas arrivé à son complet développement. En un mot, il faut chercher le testicule des anguilles chez les individus qui n'ont pas d'ovaires et non sur ceux qui en possèdent, contrairement à ce qu'ont fait quelques naturalistes.

La structure testiculaire, dans l'organe de certaines anguilles qui est morphologiquement l'homologue de l'ovaire des autres, étant incontestable, tout ce qui a été dit, il y a peu d'années même, de cet hermaphrodisme et de la ressemblance à cet égard des anguilles aux Serrans n'est plus à discuter.

Ajoutons que les organes générateurs ne font aucune exception dans les Murènes (*Murœna helena* L.) à ce qu'ils sont chez les autres poissons osseux. Les mâles des Congres (*Conger*), ou mieux le lieu de leur séjour habituel, restent seuls à découvrir.

Le sexe constaté, l'ensemble des faits concernant la reproduction de ces Apodes en découle; ces faits ne diffèrent pas de ce qu'ils sont dans presque tous les autres poissons, chez les Salmones en particulier. Seulement, la migration propagatrice des Anguilles ayant lieu des eaux douces dans la mer, la manière dont s'opère la ponte, la fécondation et l'éclosion des œufs est encore inconnue. Les Salmones se comportant en sens inverse, on a pu, à leur égard, étudier et utiliser toutes ces particulalités physiologiques.

Ces mêmes causes ont empêché jusqu'à présent de voir les testicules des Anguilles tels qu'ils sont lors de leur arrivée à l'état de *laitance* et d'observer leur spermatozoïdes, malgré l'abondance des mâles, des *pimpeneaux*. Mais l'époque de la descente des femelles vers la mer (novembre) montre que c'est en novembre et décembre qu'ils devront être étudiés. Ce sont les deux seuls mois du reste, durant lesquels je n'ai pu encore les observer. J'ai constaté qu'en octobre il n'y a pas encore de spermatozoïdes et qu'en janvier il y en a plus. Dans les Landes et autres parties du Midi sans doute, la *montée* des alevins ayant lieu, dans certaines contrées, du moins dès la seconde moitié de décembre, au lieu de mars comme dans la Manche, ces recherches devront être faites dès septembre et octobre. Quant au retour des femelles de la mer aux eaux douces, il ne saurait être nié; j'ai reçu en effet de M. Dufourcet des anguilles femelles de la variété *Sardias* prises en janvier et février dans l'Adour, à 40 kilomètres environ de la mer, dont la moitié avaient l'estomac rempli d'*Eunices sanguines* et de *Doris*, Invertébrés absolument marins. J'ai également trouvé l'*Arénicole des pêcheurs* en nombre dans l'estomac d'Anguilles longues de 20 à 25 centimètres, prises sur la côte de Concarneau.

M. Jourdain a constaté le même fait sur les côtes de la Manche.

§ 3. — Structure intime du testicule des anguilles.

Le testicule des poissons, au point de vue de sa structure intime, est comme celui des autres vertébrés partout constitué de tubes ayant un dixième de millimètre d'épaisseur, ou un peu moins hors de l'époque du frai. Le testicule des Anguilles mâles peut servir de type pour l'étude de la structure, aussi bien que celui de toute autre espèce parmi les poissons osseux. Ils ne fait aucune exception à côté de ce qu'on trouve ailleurs.

Les différences d'un type à l'autre des poissons, Harengs, Sardines, Cyprins, Brochets, etc., portent sur la largeur des tubes, qui d'un type à l'autre varie plus ou moins dans un même testicule; sur leur plus ou moins de flexuosités, ou au contraire de parallélisme en certains points, près de leur origine en cul-de-sac particulièrement, vers la surface de l'organe; sur leur dilatation ou non, en ce point, etc. Il s'agit ici bien entendu de ces tubes comparés à peu près aux mêmes périodes, hors de l'époque du frai. Il y a lieu aussi de tenir compte des quelques différences existant dans la trame du tissu cellulaire, en ce qui touche son plus ou moins de minceur entre les tubes, son plus ou moins de vascularité, et l'épaisseur de la paroi propre testiculaire que forme ce tissu.

Ces particularités sont tellement caractéristiques du tissu testiculaire qu'elles le distinguent de tout autre et permettent d'établir les différences sexuelles en l'absence des spermatozoïdes qui n'existent dans ces organes que pendant quelques semaines ou quelques mois lors du frai, un peu avant et un peu après.

Hors de l'époque du frai, le contenu des tubes testiculaires rend la masse de l'organe d'un gris blanchâtre opalescent. Elle est d'un gris rougeâtre quand les vaisseaux sont congestionnés; ces faits sont en rapport avec l'absence ici des ovules plus ou moins riches en gouttes huileuses jaunâtres. Ce contenu rend plus ou moins blanc l'organe mâle, fait passer celui-ci à l'état de *laitance* lors de la production des spermatozoïdes.

Hors de l'époque de la reproduction, les tubes séminifères sont épais de $0^{mm},08$ à $0^{mm},09$, cylindriques, contournés en sens divers, ramifiés une ou deux fois (fig. 3, *a. b. c.*). Quel-

ques-uns sont anastomosés avec les plus voisins. Leurs extrémités sont closes, arrondies, avec ou sans léger renflement. Pour la plupart, l'une des extrémités est située près de la surface de l'organe, qu'une mince tunique péritonéale recouvre. Nul ne se dirige particulièrement vers le canal déférent, aucun ne se jette dans ce dernier.

Les flextuosités des tubes, leur volume, leur structure, donnent au tissu de l'organe les dispositions caractéristiques et l'aspect ordinairement observés dans le tissu testiculaire des vertébrés plus élevés. Ce n'est que par une énorme dilatation lors du rut qu'on pourrait supposer que ces canalicules arrivent à l'état de *capsules séminales*.

Ces tubes sont plongés dans une trame serrée de tissu cellulaire, sans vésicules adipeuses, d'une épaisseur, entre chaque tube, moitié moindre que la leur. Les ramifications des vaisseaux venus de la base des lobes longent les tubes et forment autour de chacune de leurs extrémités arrondies à la surface de l'organe, une maille circulaire, large de $0^{mm},08$; l'ensemble de celles-ci constitue un riche réseau (fig. 2, *i. c.*). L'examen du lobe entier, avant l'exécution des coupes minces, pourrait faire supposer que ces mailles circonscrivent autant de vésicules closes ou capsules séminales, tandis qu'il ne s'agit que de l'extrémité des canalicules séminipares.

Cette description et la figure qui s'y rapporte (fig. 3), peuvent être prises comme donnant le type général de la disposition structurale du testicule des poissons osseux, loin de l'époque du frai ; disposition réduite, il est vrai ici à un seul et petit lobe au lieu de la longue continuité existant dans les testesticules unilobées de la plupart des espèces, mais elle n'en reste pas moins caractéristique.

Même remarque pour les faits suivants concernant la structure propre des tubes individuellement.

Sur la série des préparations de M. Herrmann, j'ai pu constater que ces tubes sont composés d'une mince paroi propre ($0^{mm},001$), hyaline ; homogène, se plissant aisément, très adhérente à la trame extérieure (fig. 4 et 5, *c*). Leur face interne est uniformément tapissée d'une seule rangée de cellules épithéliales prismatiques régulières, à face externe ou base polygonale, se séparant aisément de la paroi et atténuées

à leur extrémité interne (fig. 4 et 5, *b*). Elles limitent suivant l'axe du tube sémifère un étroit canal souvent virtuel en raison de la contiguïté de cette extrémité des cellules limitantes. Ces dernières, finement granuleuses, contiennent un noyau relativement volumineux, hyalin, sans granules, avec un nucléole jaune et brillant. Ces cellules, directement contiguës, se brisent par la dissociation, en donnant au liquide de la préparation un aspect opalin ou lactescent, dans lequel leurs granules brillants, jaunâtres, et leurs noyaux mis en liberté, devenus ou non un peu irréguliers.

Un canal déférent, large d'un millimètre ou environ, à paroi mince, longe le bord adhérent, interne ou dorsal de chaque testicule, d'un bout à l'autre (fig. 2, *d. e.*). Chacun s'unit à l'autre en une seule cavité, ou *vésicule séminale*, au niveau du cloaque. Celle-ci, par le pore génital, s'ouvre dans l'urètre, et, par ce dernier, presque aussitôt dans le cloaque. La paroi de ce spermiducte est épaisse de un tiers de millimètre au plus. Elle est formée d'une couche interne à fibres longitudinales et d'une externe de fibres circulaires ; toutes deux, à la base des lobes et un peu sur leur face externe, enchevêtrent nettement leurs faisceaux avec ceux de l'enveloppe de l'organe mâle. Ces couches sont formées de tissu cellulaire manifestement mêlé de fibres musculaires lisses (fig. 3, *e. g. f.*).

Une rangée unique de petites cellules épithéliales polyédriques tapisse la face interne du canal déférent. Adhérant au bord interne de l'ensemble des lobules minces testiculaires, il est ainsi logé dans le repli péritonéal rattachant le testicule à la vessie natatoire et à la partie supérieure des parois abdominales.

Comme on le voit, en ce qui concerne la détermination du sexe mâle des Anguilles, il s'agissait de comparer les organes générateurs femelles bien connus à leurs homologues dans les nombreux individus ou groupes d'individus qui ont des caractères extérieurs un peu autres que ceux des plus répandus de ces poissons.

Une mince paroi hyaline constitue essentiellement les tubes séminifères des poissons en général. Un épithélium à petites cellules polyédriques, distinct des ovules mâles, au moins en approchant de l'époque du frai, les tapisse, ainsi que ces

ovules. Ces derniers, à cette époque, remplissent et distendent les tubes, atteignent un diamètre de $0^{mm},06$ et plus, deviennent régulièrement prolyédriques par pression réciproque, pleins de spermatoblastes, puis de spermatozoïdes. Les tubes rendus blanchâtres, larges de 1 à 2 dixièmes de millimètre, plus parfois, sont alors apercevables à l'œil nu. L'épithélium des tubes reste néanmoins toujours distinct des ovules mâles à divers degrés des phases de la spermatogénèse.

Le tissu testiculaire arrivé ainsi à l'état de laitance, friable, fragile, laisse voir à l'œil nu ou à la loupe la direction des tubes, accompagnés de capillaires à la surface du tissu déchiré. Ce tissu blanchâtre est plus ou moins rosé, selon l'état de réplétion des vaisseaux testiculaires. Il en est de même pour la surface de l'organe ; la terminaison du cul-de-sac des tubes, avec ou sans léger renflement donne à cette surface, au-dessous de sa mince paroi propre, un aspect pointillé blanchâtre, avec ou sans mailles capillaires autour de ces terminaisons, comme chez l'Anguille.

Ces tubes testiculaires sont réticulés, c'est-à-dire ramifiés et anastomosés, comme dans les autres vertébrés en général, avec interposition entre eux d'une trame délicate et fragile de tissu cellulaire, sans vésicules adipeuses, mais accompagnée des nombreux capillaires sus-indiqués. Par leur extrémité opposée ou interne, les tubes se rétrécissent, comme on le sait (Vogt et Pappenheim, *Anat. comparée des organes de la génération.* Annales des Sc. naturelles; Paris, 1859, t. XII, p. 121), pour aboutir à une cavité généralement centrale, avec canal déférent, ou dans ce canal déférent. Sur un certain nombre d'espèces, ils sont également clos ici pour s'ouvrir, soit dans le spermiducte, soit dans la cavité péritonéale, à l'époque du frai seulement.

Chez les plagiostomes seuls, les grappes réunies des tubes séminifères se terminent, ou naissent, si l'on veut, par des ampoules sphériques, à paroi hyaline, plus ou moins résistante, dont la largeur atteint 2 à 4 dixièmes de millimètre et plus lors du rut. Les tubes représentent à leur égard une sorte de pédicule creux, cinq à six fois moins larges qu'elles, tapissé d'un épithélium à petites cellules polyédriques. Une couche d'ovules mâles, à l'état de cellules sphériques nucléées, épaisse

d'un dixième de millimètre, tapisse la face interne des vésicules ou ampoules sphériques ci-dessus. Elle laisse au centre de celle-ci une cavité exactement sphérique, pleine d'une substance demi-liquide, transparente, à peine grenue, qu'une inexacte interprétation a fait considérer par quelques auteurs comme étant un ovule mâle.

Sur les plagiostomes seuls, les tubes testiculaires naissent de la sorte par des ampoules dont la paroi propre se continue avec celle des tubes ramifiés et anastomosés. Mais nul poisson n'a les testicules formés d'*acini*, *capsules*, *ampoules* ou *vésicules closes spermatiques* à paroi composée de tissu cellulaire, etc., comme on l'a dit longtemps. On sait que cette disposition n'est réelle que dans le testicule de quelques mollusques lamellibranches et dans leur ovaire dont ces *vésicules closes* sont remplies par les ovules non fécondés, contigus ou adhérents à la face interne de la paroi par un prolongement lagéniforme.

§ 4. — Remarques historiques.

En dehors de ce qui concerne la détermination structurale intime et la nature réellement testiculaire de l'organe homologue aux ovaires, les notions anatomiques précédentes ne sont pas nouvelles. L'absence de cette détermination et de l'observation des spermatozoïdes est probablement ce qui a concouru à faire que, jusqu'à présent, elles n'ont pas été prises en considération comme elles méritent de l'être. Pourtant, A. Pouchet (*loc. cit.*) cite Müller, sans indication de sources, comme ayant distingué les ovaires des anguilles femelles et la laite des mâles.

Duvernoy (dans Cuvier, *Anatomie comparée*, 2ᵉ édit.; Paris, 1840, t. VIII, p. 117) décrit le *type en manchette* du testicule des *Lamproies* et des *Anguilles*, à bord libre festonné en lobules, plus court à droite qu'à gauche, comme les ovaires, etc. Il ajoute : « On y reconnaît, à l'époque du rut, une quantité innombrable de granulations ou de petites capsules spermatiques dont la forme arrondie les a fait confondre souvent avec les ovules, du moins chez les *Anguilles*; ici, à la vérité, ces capsules ont à peu près le volume des ovules, mais ceux-ci se distinguent par leur forme ovale. » Les ovules sont sphériques

et non ovales, mais les autres faits restent au fond exacts. Il y a erreur aussi lorsque Duvernoy ajoute (p. 133) : « Les *Anguilles* et les *Lamproies* n'ont pas plus de canal déférent que d'oviducte. Comme les œufs, leur semence déchire les capsules dans lesquelles elle s'amasse et se répand dans la cavité abdominale, d'où elle serait expulsée comme le sont les œufs. » Mais il décrit exactement le lieu d'abouchement des canaux péritonéaux, des uretères, etc.

Valenciennes présumait déjà que les caractères extérieurs considérés comme pouvant servir à établir des coupes spécifiques parmi les Anguilles vulgaires tenaient à la différence des sexes ; que, par exemple, le *pimperneau* (*glut-eel* des Anglais) était le mâle du *plat-bec* (*grig-eel* des Anglais). Toutefois, il n'osait encore l'affirmer. (*Dictionnaire d'Histoire naturelle* de D'Orbigny ; Paris, 1re et 2e édit., 1867, t. I, p. 548.)

Syrski [(*Ueber die Reproductions Organe der Aale. Akademie der Wissench, aflen zu Wien*, t. LXIX, in-8°, 1874, 2 pl.)] a décrit et figuré les homologies entre le testicule aplati, lobulé des Anguilles et leurs ovaires, l'absence d'ovules dans le premier coexistant avec sa présence dans les autres. Il a particulièrement fait connaître le canal déférent et son abouchement cloacal, mais sans déterminer encore la structure testiculaire caractéristique des lobules.

M. Dareste (*Sur la reproduction des Anguilles ; Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, 1875, t. LXXXI, p. 159, a pleinement confirmé ces observations sur les *pimperneaux*, pour ce qui concerne les dispositions anatomiques extérieures de l'organe mâle. Parmi les *pimperneaux*, il note quelques individus femelles. L'*Anguilla marmorata* des Indes lui a montré aussi des individus mâles.

Syrski indique avec raison qu'une des différences anatomiques importantes entre le testicule et l'ovaire consiste en la présence des deux conduits afférents qui longent toute l'étendue du bord interne ou adhérent de chaque testicule. Pour chaque testicule, une portion du canal déférent correspond à la partie de l'organe qui est au-dessus de l'anus. Son extrémité antérieure est terminée en cæcum ; l'extrémité inférieure s'ouvre dans la *bourse* ou *vésicule séminale* correspondante située entre le col de la vessie et le rectum, celle de droite communiquant avec celle de gauche. La portion du canal déférent cor-

respondant à la partie du testicule qui s'étend en arrière de l'anus se termine au contraire en cul-de-sac à son extrémité postérieure et s'ouvre par son extrémité inférieure en bas de la *vésicule séminale* qui est de forme générale prismatique. Les deux vésicules séminales réunies en bas et en avant se jettent dans la *fissure recto-vésicale*, fente transversale qui traverse la paroi abdominale inférieure et se prolonge jusqu'au *pore génital*. Ce dernier est large d'environ 2 millim. et s'ouvre dans l'urètre (d'où le nom de *pore uro-génital* parfois employé) immédiatement au-devant de la paroi vésicale antérieure. L'urètre s'ouvre lui-même au bas du cloaque. Chez la femelle, c'est la cavité péritonéale qui par la *fissure recto-vésicale* atteint le *pore génital*.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXVI.

Fig. 1. — Testicules de grandeur naturelle d'une Anguille mâle, longue de 38 centimètres, vus par la face ventrale.

a, b. Testicule droit commençant plus haut et plus près du diaphragme fibreux que l'autre. Il se termine (*b*) contre celui de gauche en s'amincissant et devenant comme toruleux sur la ligne médiane au niveau du cul-de-sac péritonéal terminal, à 2, 3 ou 4 centimètres au-dessous du cloaque (*e*), au niveau de la terminaison du rein, par simple contact, sans soudure avec le tissu du testicule gauche.

c, d. Testicule gauche dont l'extrémité antérieure (*c*) est située moins haut que celle de droite. Son extrémité postérieure se prolonge au delà de celle de l'autre, sous les muscles, contre la colonne vertébrale, sur une longueur de 3 centimètres environ, puis se termine en pointe. Les lobes rapprochés, mais bien distincts, arrondis, lui donnent un aspect toruleux et une teinte d'un gris rosé, blanchâtre, moins rougeâtre que dans la partie intra abdominale. Syrski décrit aux deux testicules, de *b* en *c*, une partie récurrente longeant leur bord interne, que je n'ai pu retrouver.

Fig. 2. — Trois lobes testiculaires grossis 10 fois environ avec leurs vaisseaux artériels et veineux.

a, b, c. Forme générale des lobes vus de face; une étroite bande de tissu cellulaire assez opaque (*m*) relie la base les uns aux autres le long du canal déférent.

d, e. Canal déférent longeant la base des lobes testiculaires.

f, g. Veine testiculaire longeant le bord interne du canal déférent. L'artère testiculaire, plus mince, longe le bord interne de la veine, et ce n'est qu'en dedans de ces vaisseaux qu'on

trouve du tissu adipeux entre les deux feuillets péritonéaux qui retiennent ces organes en haut de la cavité abdominale, entre la paroi abdominale correspondante en dehors, d'une part, et la vessie natatoire en dedans, d'autre part.

j, j. Artérioles allant de l'artère testiculaire dans chaque lobe.

i, i. Veines satellites ramenant le sang des lobes dans la veine testiculaire.

h, h. Vésicules se rendant à la veine cave (cardinale).

Fig. 3. — Coupe médiane transversale d'un lobe testiculaire d'Anguille grossie 59 fois. La conformation et la distribution des canalicules spermatiques sont seul figurés, non la trame qui leur est interposée. L'extrémité interne des canalicules est ouverte en novembre, ou plus tard dans la cavité du spermiducte.

a. Bord libre aminci.

b. Bord adhérent plus épais.

c. Face interne bombée.

d. Face externe plane ou très légèrement concave.

e, g, f. Coupe du canal déférent,

e. Portion interne de la paroi du spermiducte continue avec la paroi propre testiculaire au bord interne ou épais du lobe testiculaire correspondant.

f. Portion externe de la paroi du spermiducte s'insérant plus ou moins près de l'autre sur la face externe du testicule.

g. Partie supérieure du spermiducte reliée à la vessie natatoire et à la colonne vertébrale par le péritoine et le tissu cellulaire sous-péritonéal. Une mince couche d'épithélium polyédrique tapisse ce conduit.

Fig. 4. — Coupe transversale d'un tube testiculaire ; grossie 350 fois.

a. Canal central plein de fines granulations sur la préparation.

b. Couche épithéliale rétractée par les agents durcissants (chromate de potasse). Épithélium à cellules prismatiques, étroites, régulières, finement grenues, friables. Noyau ovoïde, hyalin, nucléolé.

c. Paroi propre écartée de l'épithélium retracté, épaisse de 0mm,002, hyaline, homogène, se plissant aisément.

Fig. 5. — Portion de tube testiculaire en long ; même préparation.

a. Épithélium vu de bout dans l'axe du tube, dont, en raison de ce fait, les noyaux clairs semblent être circulaires.

b. Cellules des côtés de la gaîne épithéliale dont une partie de la longueur seulement est visible.

c. Paroi propre correspondant à la couche épithéliale, moins rétractée que celle-ci.

MÉMOIRE

SUR LES

MEMBRANES EMBRYONNAIRES

DES SALPES

Par le Dr J. BARROIS

(PLANCHE XXVII-XXVIII.)

Le développement embryonnaire des Salpes a depuis peu donné lieu à d'importantes recherches. Deux de ces travaux surtout se distinguent entre tous par le nombre et le détail des stades représentés ; ce sont ceux de Todaro et de Salensky (1), datés tous les deux de la même année (1875).

De cette particularité résulte qu'aucun de ces deux observateurs n'a pu tenir compte du travail de son concurrent, et c'est peut-être de cette circonstance malheureuse que résulte le défaut absolu de concordance que nous remarquons entre ces deux ouvrages, tous les deux, d'ailleurs, d'un mérite incontestable ; il serait en effet complètement impossible à un simple lecteur, n'ayant pas étudié la question sur la nature, d'établir entre ces deux descriptions une comparaison tant soit peu suivie.

Néanmoins, si de ces deux travaux nous passons aux autres recherches accomplies sur le même sujet, nous continuerons en général à être frappés par le même défaut de concordance, autant au point de vue du développement de l'embryon qu'à celui des membranes embryonnaires ; ce fait peut, à la vérité, ne tenir qu'à la difficulté du sujet, mais il existe pourtant encore une autre cause, c'est l'extrême diversité dans le développement qui paraît particulier à ce groupe de Tuniciers. Des études poursuivies tout l'hiver dernier à Villefranche m'ont permis de reconnaître, au moins au point de vue de la formation de l'em-

(1) Voir l'index bibliographique à la fin de ce mémoire.

bryon, plusieurs types de développement, et c'est à cela, quoique seulement en partie, qu'il faut attribuer le manque de concordance qu'on trouve presque toujours entre les descriptions des différents auteurs.

La classe des Salpes n'est pas de celles dont on arrive à connaître l'embryogénie d'une manière suffisante par l'étude d'un seul type, et il sera nécessaire, ici plus que jamais, de faire concurramment l'étude de plusieurs espèces avant de pouvoir arriver à de bonnes conclusions.

En particulier, les espèces étudiées par Salensky et Todaro, appartiennent à deux types complètement différents qui nous représentent dans le groupe des Salpes quelque chose d'analogue aux formes dilatées (Palingénésique d'Hœckel) et condensées (Cœnogénésique) si fréquentes dans beaucoup de groupes du règne animal. J'ai pu m'assurer par l'étude de ces deux espèces que chacun des deux observateurs avait pour l'ensemble rendu fidèlement les divers aspects de l'embryogénie, et que les différences signalées dans leurs travaux existaient de même dans la nature.

Mes études ne me mettent pas encore à même d'entreprendre avec fruit une discussion des opinions émises par les différents auteurs à propos des phénomènes de développement de l'embryon; néanmoins, je suis dès maintenant en mesure d'entreprendre avec fruit ce travail pour les membranes embryonnaires. Mon intention n'est pas, dans ce travail préliminaire, de faire un historique complet de la question; je me bornerai seulement à une courte revue à partir du travail de Kowalesky en 1868, travail qui peut servir comme de point de départ à l'application des méthodes de l'embryogénie moderne à ce groupe d'animaux. Cette revue suffira pour montrer l'incertitude et la confusion qui, aujourd'hui encore, existent à propos du sujet si intéressant des membranes embryonnaires des Salpes; je donnerai ensuite une rapide description de la disposition de ces membranes embryonnaires, disposition sinon absolument générale, du moins de beaucoup la plus répandue.

En passant, je décrirai en gros la manière dont je conçois le développement embryonnaire chez la Salpa maxima, mais ces études ne doivent pas être considérées comme définitives, quelques stades ont été dessinés sur un nombre de coupes

peut-être insuffisant ; je ne me suis pas encore du reste occupé à approfondir cette partie, comme je l'ai fait pour les membranes embryonnaires, et ce que je donnerai ici en passant concernant le développement de l'embryon proprement dit, est donné bien plutôt à titre de simples documents que comme résultat définitif de mes recherches.

Je dois, avant de commencer, remercier M. Fol pour l'obligeance qu'il a mise à me procurer plusieurs fois des sujets d'étude.

Historique.

Il est très difficile, quand on lit attentivement les descriptions des auteurs, y compris celles des premiers observateurs (1), d'y rencontrer beaucoup de traces de concordance en ce qui concerne le mode de formation et la disposition des membranes embryonnaires.

1° En général l'embryon des Salpes se décrit et se figure comme portant à sa partie inférieure une épaisse masse opaque, passablement comparable à une *masse vitelline*, et que certains auteurs ont même considérée comme telle, c'est l'organe auquel en a donné le nom de *placenta*. Tous deux, embryon et placenta, se trouvent enfermés dans un espèce de sac suspendu à la paroi de la cavité respiratoire et nommé *utérus* ou *poche incubatrice*. Ce sac est en relation avec la cavité générale par son point d'attache effilé en pédoncule et communique, au dire de bon nombre d'auteurs, avec l'intérieur de la cavité respiratoire par une ouverture pratiquée à l'extrémité opposée et qui porte le nom de *col* ou *bouche* de l'utérus. Dans ce cas, l'embryon est placé de telle sorte, que sa partie embryonnaire soit tournée vers le col, et sa partie placentale vers le pédoncule.

Ebauche embryonnaire composée de deux parties, *embryon proprement dit*, et *masse opaque portant le nom de placenta,* le tout renfermé dans une poche suspendue à la paroi de la cavité respiratoire et portant le nom de *poche incubatrice*. Tels sont les grands faits sur lesquels tout le monde est d'accord et où il n'y a pas à apporter la discussion. On peut de même considérer comme un fait établi que la séparation entre l'embryon et le

(1) Voyez l'index bibliographique.

placenta, d'abord, assez peu visible à l'extérieur quoique déjà très réelle, se prononce à la fin du développement par suite de l'apparition d'un sillon circulaire qui les isole un peu près complètement l'un de l'autre; il y a ici quelque chose d'analogue à ce qui a lieu pour la *vésicule vitelline,* qui d'abord, implantée sur toute la face ventrale, s'en isole peu à peu à une certaine époque jusqu'au moment où elle commence à se résorber.

2° Pour peu que l'on pousse un peu plus loin l'analyse, on reconnaîtra aussi que le placenta est très généralement décrit comme composé de deux parties distinctes : une masse interne terminée en battant de cloche et une couche périphérique interrompue vers le bas.

De même beaucoup d'auteurs regardent la *chambre incubatrice* comme étant composée de deux couches distinctes, bien que ce dernier fait ne soit pas aussi certain que la composition double du placenta, il réunit pourtant assez d'assentiments pour que nous puissions le regarder comme très probable.

Placenta composé d'une couche externe et d'une masse interne saillante en dehors; utérus composé de deux membranes accolées, tels sont encore deux faits que nous pouvons accepter comme admis par un grand nombre d'observateurs, quoiqu'ils ne soient déjà plus (surtout le second) absolument à l'abri de toute discussion.

En dehors de ces faits, il n'en reste guère plus sur lesquels nous puissions accorder les auteurs ; tout au plus pouvons-nous considérer comme probable que l'utérus se forme, comme l'ont dit plusieurs, d'un enfoncement saillant dans la cavité respiratoire qui se forme aux dépens de la paroi de cette cavité au point où l'oviducte s'y trouve implanté. Le reste ne présente aucune certitude, et nous ne pouvons avoir aucune idée générale sur l'origine et le développement des annexes de l'embryon. Un exemple suffira pour montrer l'incertitude qui existe encore aujourd'hui sous ce rapport.

On sait que l'ovaire d'une Salpe en chaîne consiste en un seul œuf entouré d'une capsule épithéliale qui se continue avec un conduit grêle, l'oviducte, attaché par son autre extrémité à la paroi de la cavité respiratoire dans laquelle il débouche (fig. 1). Après la maturité, la distinction en capsule de l'œuf et en

oviducte disparaît par suite du raccourcissement considérable de ce dernier, et l'œuf aménè au voisinage immédiat de la cavité respiratoire n'est plus entouré que par une simple vésicule épithéliale à paroi plus épaisse et nommée le follicule (fig. 2).

Or, si nous consultons les descriptions données depuis Kowalesky sur la destinée du follicule, nous trouvons presque autant d'avis divers que d'auteurs.

1° Brooks figure l'œuf arrivé dans l'utérus comme complètement nu ; ainsi donc, selon lui, les restes de l'oviducte disparaissent de bonne heure et ne donnent naissance à aucune partie.

2° Todaro dit de même dans son premier mémoire que l'oviducte s'atrophie à mesure que s'opère le raccourcissement qui rapproche la capsule de la cavité respiratoire, et, lorsque l'œuf est arrivé dans la cavité utérine, toutes traces de capsule ou d'oviducte sont complètement disparues.

Dans une note publiée depuis, en 1880, il parle tout autrement, il reconnaît que l'œuf arrivé dans l'utérus se trouve entouré par le follicule, issu du raccourcissement de l'oviducte et de sa fusion avec la capsule, mais pour lui le rôle de ce follicule ne paraît pas considérable ; nous ne voyons pas dans les descriptions de Todaro qu'elle donne naissance à aucune partie ; elle constitue simplement à la surface du blastoderme une sorte de revêtement sans développement propre.

3° D'après Salensky, le follicule persiste et joue un rôle capital dans la formation des membranes, il constitue la presque totalité du Placenta, plus le feuillet interne de la poche incubatrice.

Il ne sera pas inutile, avant de passer à la description de mes propres recherches, de passer en revue les quelques descriptions données sujet des annexes de l'embryon depuis Kowalesky.

Kowalesky (1868). — Il ne s'occupe guère des membranes de l'embryon, à propos de la poche incubatrice, il parle seulement d'une manière fort vague du revêtement épithélial qui entoure l'œuf arrivé en place, après raccourcissement complet de l'oviducte.

Ses idées sur le placenta sont plus dignes de remarque, d'après lui, le placenta résulte d'une scission en deux parties

d'un embryon composé de trois feuillets disposés concentriquement autour d'une cavité centrale (cavité intestinale primitive), la division inférieure (dont la cavité dérive de la cavité intestinale primitive), devient ensuite concave avec concavité tournée du côté du sinus sanguin de la mère; il constitue le placenta.

2° Brooks (1876). — Donne une description qui se rapproche un peu de la précédente; pour lui l'utérus résulte d'une dépression saillante à l'intérieur de la cavité respiratoire qui se forme au point ou s'implantait l'oviducte, et qui contient l'œuf dans son intérieur. Quant au placenta, il dérive en droite ligne de la scission d'une gastrula par épibolie. D'après Brooks, l'œuf utérin se divise assez vite en deux portions distinctes: une masse composée de vitellus formateur qui occupe le fond de la cavité incubatrice et une masse composée de vitellus nutritif placée au-dessus. La gastrula se forme par enveloppement de la seconde par la première. Après la gastrula, la portion vitelline fait saillie à travers l'ouverture d'invagination sous forme d'un battant de cloche, tandis que l'exoderme se prolonge vaguement tout autour jusqu'à l'orifice de l'utérus (orifice du pédoncule), ce sont ces deux parties (battant de cloche et bord de l'exoderme), qui s'isolent du reste de la gastrula pour donner naissance au placenta.

3° Salensky (1875). — Après Brooks, nous plaçons suivant le degré de complexité des phénomènes, la description de Salensky.

Suivant Salensky, le follicule forme le feuillet interne de la poche incubatrice, en communication avec la cavité respiratoire par l'ancien orifice d'entrée de l'oviducte. A ce feuillet interne s'en joint bientôt un autre, continu avec la paroi interne de la cavité respiratoire, et comparable à ce que Brooks et Leückart ont décrit et figuré comme formé par un repli de cette paroi en dedans.

Salensky le considère comme dû à la prolifération d'un épaississement qui entoure l'orifice de l'oviducte.

A peine l'utérus commence-t-il à montrer sur toute son étendue sa composition de deux couches distinctes, que l'on voit se produire sur toute la portion postérieure (tournée du côté du sinus sanguin de la mère) du follicule, sur toute sa partie

issue de la *capsule ovarienne*, une active prolifération de cellules. Ainsi se forme bientôt une épaisse masse cellulaire provenant en dernière analyse de la paroi de la *capsule ovarienne*, et qui est destinée à former le Placenta.

En effet, à l'époque où se forme la cavité générale de l'embryon, cette cavité se prolonge dans la masse placentale qu'elle divise en partie centrale et couche périphérique, la première destinée à former la masse terminée en battant de cloche, la seconde destinée à former l'enveloppe; à ces deux parties vient enfin se joindre une portion issue de la masse embryonnaire, et que Salensky désigne sous le nom de *toit du placenta* parce qu'elle vient coiffer les deux précédentes comme un espèce de couvercle, ce toit du placenta dérive directement d'une masse cellulaire d'abord pleine, issue de l'exoderme.

Peu avant la formation complète du placenta, la portion supérieure du follicule, celle qui provient plus particulièrement de l'oviducte proprement dit, se résorbe de manière que la paroi de l'utérus n'est bientôt plus composée que d'une seule couche; lorsque l'embryon commence à grandir, il fait saillie au delà de cette couche en sortant à travers son ouverture de communication avec la cavité respiratoire (col de l'utérus), à partir de ce moment, l'utérus se rétracte d'une manière graduelle jusqu'à la base de l'embryon.

Pendant assez longtemps, la couche périphérique du placenta se continue directement avec l'exoderme, et cela a lieu jusqu'au moment où il se sépare de la partie embryonnaire par un sillon de plus en plus prononcé, cela à lieu seulement à la fin du développement, et le sillon n'intéresse du reste que l'exoderme.

4° Todaro. *Premier travail.* — Il semble, à en juger d'après la description que donne Todaro de l'utérus tout formé, que ce dernier doive être redevable de son origine à un pli annulaire de la poche respiratoire, pli annulaire qui s'avance dans l'intérieur de la cavité jusqu'à se refermer en un sac arrondi formé de deux feuillets et suspendu à la paroi de la cavité branchiale par une portion amincie du feuillet externe, le pédoncule : le point qui correspond au lieu de fermeture du repli annulaire est le col de l'utérus, il donne accès dans la cavité utérine bordée de toutes parts par le feuillet interne épithélial. Le feuillet externe

formé de fibres cellules étirées dans le sens de la largeur revêt tout l'intérieur de ce feuillet interne qu'il dépasse ensuite pour former le pédoncule, lequel se continue avec la paroi de la cavité respiratoire.

Pour pouvoir pénétrer dans un utérus ainsi disposé, l'œuf doit nécessairement passer par le *col,* Todaro dit en effet avoir vu l'oviducte pénétrer par cette ouverture, tandis que l'oviducte qui y est attaché ballottait librement dans la cavité respiratoire. Quand l'œuf entièrement nu et sans trace d'enveloppes est arrivé dans cette cavité, il ne tarde pas à la suite du développement, à se montrer composé d'une masse endodermique revêtue d'un exoderme divisé en deux parties : 1° une portion répondant à l'hémisphère inférieur, tournée du côté du pédoncule de l'utérus, séparée de la masse endodermique par la cavité de segmentation, et à laquelle Todaro donne le nom de blastoderme ; 2° une partie supérieure répondant à l'hémisphère opposé, du côté du col de l'utérus, à laquelle adhère la masse endodermique et qui se trouve terminée par un renflement cellulaire en forme d'anneau placé suivant un cercle parallèle à l'équateur de l'œuf, ce cercle sépare l'une de l'autre les deux divisions de l'exoderme. Cette division supérieure de l'exoderme a été nommée par Todaro l'*épiblaste*, et son épaississement terminal le *cercle germinatif* (1).

Dans la suite du développement, la *membrane blastodermique* se sépare du *cercle germinatif*, elle s'épaissit, et se prolonge vers le bas, de manière à former la masse centrale en battant de cloche, du placenta.

Tandis que du blastoderme se forme le placenta, on voit les cellules du cercle germinatif, qui sert de limite à l'épiblaste proliférer activement de manière à donner naissance sur tout le pourtour de l'œuf, à une membrane enveloppante. Cette membrane s'accroît vers le fond de l'utérus (côté du pédoncule) tout autour de la portion centrale du placenta, de manière à circonscrire une première cavité, la *cavité placentale*, ensuite, elle se retrousse et s'accroît rapidement vers le pole opposé, enveloppant alors l'embryon tout entier, pour se refermer vers le col de l'utérus ; elle circonscrit ainsi une seconde cavité dans la-

(1) J'adopte de suite ici la nomenclature donnée par Todaro dans sa note de 1880, pour la commodité de l'explication et aussi parce qu'elle me paraît plus simple.

quelle l'embryon se trouve renfermé, c'est la *cavité amniotique.*

La membrane enveloppante fournie par l'accroissement du cercle germinatif donne donc naissance à deux membranes embryonnaires : la première formée par sa portion directe, correspond à la couche externe du placenta, Todaro l'a nommée la membrane *placentale* ou *germoblastique* ; la seconde formée par sa portion réfléchie est ce qu'il a appelé l'*amnios.*

Pour nous résumer, nous voyons que les annexes de l'embryon se composent suivant Todaro, de cinq portions concentriques.

1° Couche externe, fibro-musculaire, de l'utérus.

2° Couche interne, épithéliale, de l'utérus.

3° Amnios.

4° Membrane placentale : continuation de l'épiblaste ? ou tout du moins du cercle germinatif.

5° Portion centrale du placenta, issue de la membrane blastodermique.

Mais d'après Todaro, la couche interne, épithéliale de l'utérus disparaîtrait à mesure que se forme la membrane amniotique qui vient prendre sa place, cela réduirait le nombre des annexés aux quatre divisions les plus communément admises par les auteurs.

1° Utérus (feuillet externe).

2° Amnios (jouant le rôle de feuillet interne de l'utérus).

3° Membrane placentale.

4° Corps central du placenta.

Plus tard, quand l'embryon s'est accru en volume, l'amnios se rompt dans sa partie supérieure et l'embryon fait saillie par le col de l'utérus. Ce dernier se retrousse ainsi que l'amnios, d'une manière analogue à celle décrite par Salensky, ensuite s'approfondit l'étranglement circulaire qu'isole le placenta de la partie embryonnaire.

2me *Travail.* — Dans la note publiée en 1880, le même auteur revient sur ces divers résultats : voici autant que son extrême concision m'a permis d'en juger, en quoi ce second travail diffère du premier.

1° Todaro reconnaît d'abord que le premier rudiment du sac incubateur ou utérus, consiste en un cul-de-sac de la paroi de

la cavité branchiale, analogue à celui décrit par Brooks, et qui se forme à la place où venait s'implanter l'extrémité de l'oviducte (1).

Ensuite, l'oviducte de l'œuf se raccourcit de manière à se réduire avec l'ovisac (que Todaro appelle déjà follicule), à un follicule qui élit domicile à l'intérieur de la cavité de l'utérus rudimentaire (cavité sanguine de Todaro). L'auteur renonce donc à son ancienne opinion, dans laquelle l'œuf pénètre par le col de l'utérus, car nous verrons que l'entrée de la cavité sanguine correspond au pedoncule futur ; il semble de plus avoir reconnu la persistance du follicule qu'il avait niée dans son premier travail (2).

Cependant, le petit utérus rudimentaire n'empêche pas l'existence d'une seconde enveloppe plutôt comparable à la spacieuse poche utérine de son premier mémoire, et qu'il considère comme l'utérus véritable ; il la décrit ici d'une manière bien explicite, comme formée au moyen d'un repli circulaire qui s'élève et vient se refermer au-dessus de l'embryon (3).

Todaro considère tout l'ensemble de ces parties, tant le cul-de-sac central que le repli qui l'environne, comme une seule membrane (caduque) reployée sur elle-même et entourant complètement la cavité utérine (cavité épithéliale de l'utérus). Le cul-de-sac central est pour lui la portion directe de la caduque (caduque vraie), elle sépare la cavité sanguine de la cavité épithéliale de l'utérus : le repli périphérique (formé d'une double couche épithéliale) est pour lui la *portion réfléchie de la caduque*, séparant la cavité épithéliale de l'utérus de la cavité respiratoire avec laquelle elle communique par *le col de l'utérus*, point de fermeture du repli circulaire (4).

Tandis que Todaro réforme de cette manière toute la portion de son premier travail relative à l'utérus, il paraît au contraire

(1) Voir le premier paragraphe de la note citée.

(2) Il sequito il follicolo, per il successivo accorciamento del tratto canalicolato dell oviduttо, e portato nella cavita sanguigna dell utero. et plus loin...... dopochè il follicolo ha preso dimora nella cavita sangugna dell utero..... .

(3) La strate epiteliale dell' utero nella parte marginale presenta un plica... questa plica sporge nello stessa cavita respiratoria, ed avanzandosi successivamente viene a chiudere un altra cavita all' esterno della parte sporgente dell' utero, che io chiamo cavita epiteliale dell' utero e che credo omologa alla cavita uterina dei mammiferi nello stato di gravidanza.

(4) Lignes 9 à 17, page 3 de la note citée.

ne faire que peu de changements en tout ce qui concerne les dépendances de l'embryon.

Le placenta se forme, comme dans son premier travail, de la portion externe de la membrane blastodermique (1) ; il est à remarquer cependant que, dans sa note, Todaro ne considère plus la membrane blastodermique comme exclusivement formée par la portion embryonnaire ; elle est un composé d'éléments qui proviennent de la *morula*, du *follicule* et du cul-de-sac interne dont la paroi s'est affaissée sur l'œuf (2).

L'amnios paraît se former d'une manière indépendante de toutes les autres enveloppes de l'embryon et (de même que dans le premier mémoire) tirer son origine de l'épiblaste. Todaro n'indique pas d'une manière bien claire le détail de son mode de formation (3). De même, la membrane germoblastique se forme (toujours comme dans le premier mémoire) du cercle germoblastique qui termine l'épiblaste (4).

L'auteur ne dit pas d'une manière bien claire ce que, pendant la formation de l'amnios et de la membrane germoblastique, devient la portion du follicule qui recouvre l'épiblaste ; peut-être ne fait-elle qu'un avec ce feuillet, de même que nous l'avons vu pour la membrane blastodermique. Quant à la portion du cul-de-sac interne qui devrait encore recouvrir l'épiblaste, il semble, à en juger d'après un autre passage, qu'elle se soit amincie au point de disparaître (5).

(1) ..... Della parte esterna di questa membrana (il s'agit de la membrane blastodermique) si forma, con il successivo differenziamento, la placenta fetale.

(2) La membrana blastodermica che chiude... e fatta dagli elementi della *morula* mescolastici a quelli dell' *ovisacco* e della *decidua*.

(3) Per l'involuzione delle piccole cellule, che stanno innanzi dell' epiblasto sulla parte laterale del rudimento ganglionare, si forma la cavita dell' amnios, e dalle cellule piu esterne si forma la membrane amniotica, laquale nel polo aderisce al rudimento ganglionare, e all' equatore si ripiega e si continua coll' epiblasto.

(4) Dagli elementi dei blastomeri della zona equatoriale si forma il cerchio germinativo, che separa l'epiblasto della membrana blastodermica, da questo cerchio sorge la membrana germoblastica.

(5) Peu après l'arrivée du follicule dans le cul-de-sac primitif, une portion de sa paroi fait hernie : « Springendo innanzi a se l'epitelio dell' utero che nel punto corrispondente si assottiglia » dans l'intérieur de la cavité respiratoire.

Plus tard, elle se refond avec la portion principale du follicule, et « la distinzione, tra l'une e l'altra e segnata solamente all esterno dal *passagio attraverso la strato epiteliale dell' utero.* » On croirait, d'après ces dernières paroles, qu'après que le follicule a repris sa forme régulière, la membrane du cul-de-sac s'attache régulièrement tout autour de sa zone équatoriale, laissant sa partie supérieure entièrement nue, et librement saillante dans la cavité respiratoire.

Enfin, le cul-de-sac (caduque interne de Todaro) s'affaisse sur le placenta ou sur la partie destinée à le former (1) et la cavité sanguine qu'il contenait se réduit à une lacune circulaire qui concourt à porter le sang vers l'embryon (2).

Tout paraît indiquer dans cette description que Todaro regarde l'amnios et la membrane germoblastique comme formant des enveloppes distinctes, et placées entre la caduque interne et la caduque externe; aussi la réunion des différentes annexes forme-t-elle un ensemble extrêmement compliqué; on pourra en juger par le tableau suivant, qui les passe en revue de dehors en dedans :

1° Feuillet externe de la paroi utérine } caduque externe;
2° Feuillet interne de la paroi utérine }
3° Amnios;
4° Membrane placentale;
5° Cul-de-sac interne (caduque interne);
6° Follicule;
7° Corps central du placenta.

Je pense que Todaro s'est induit en erreur, principalement pour n'avoir pas reconnu l'identité de ce qu'il appelle l'amnios avec le feuillet externe de l'utérus (second feuillet épithélial de la caduque externe, dans sa note), feuillet destiné dans sa première description à être remplacé par l'amnios. Cette pensée sera, du reste, plus amplement développée après la description des phénomènes qui vont suivre.

Ceci mis à part, il ne manque pas de vrai dans la description de Todaro.

Développement de la salpa maxima.

Les divers phénomènes que je vais décrire, surtout la segmentation du cul-de-sac utérin en trois divisions dont l'inférieure se soulève autour des deux premières, ont été vus par moi chez bon nombre d'espèces, et je puis affirmer que ce processus, qui, à vrai dire, constitue la partie essentielle de ma

(1) La parte dell ovisacco corrispondente alla placenta viene ora revestita anche da un prolongamento della decidua, che si confonde con gli stessi elementi dell' ovisacco (corion). .... Et : La membrana blastodermica, etc... (Voyez note 6.)

(2) La cavita sanguigna per l'aumento dello strato congiunctivo contenente le fibrocellule muscolari si restringe in un seno circolare che insieme allo stesso congiunctivo ed agli altri seni che vi si sviluppo, formano la placenta materna.

description, possède une très grande généralité, si même il n'existe pas chez toutes les salpes ; néanmoins, je me bornerai pour le moment à décrire les faits observés chez une seule espèce que j'ai prise pour tipe : la salpa maxima.

Mes moyens d'étude ont été ceux déjà employés par Salensky et Todaro : les salpes sont laissées quelque temps dans la liqueur d'Owen, puis l'embryon contenu dans son sac d'incubation est détaché de la mère, durci dans l'alcool, coloré au carmin ou à l'hœmatoxyline, puis coupé en fines tranches conservées dans l'essence de girofle ou le baume de Canada. Je me suis bien trouvé, pour l'étude des embryons dans leur ensemble, de la coloration par l'éosine en solution alcoolique très faible, ou de l'acide osmique à 1 p. 100 étendu de moitié son volume d'acide acétique. On obtient ainsi une coloration faible de l'embryon tout entier, ce qui permet d'apercevoir nettement les organes après avoir obtenu la transparence à l'aide de l'essence de girofle; néanmoins, le procédé n'est bon que pour se faire de l'embryon une idée d'ensemble; il ne vaut rien pour les coupes; il a surtout l'avantage d'être d'une application plus rapide que le carmin et l'hœmatoxyline, qui ne colorent souvent les noyaux qu'avec une grande lenteur. L'addition d'acide acétique à l'acide osmique m'a paru avoir pour effet de régulariser l'action de ce dernier acide; l'acide osmique employé seul colore quelquefois les embryons d'une manière très inégale.

Notre étude du développement des annexés de l'embryon chez le salpa maxima se divisera naturellement en deux parties : les *annexés extra-fœtales* et les *annexés de l'embryon.*

1° *Annexés extra-fœtales.*

La figure 1 représente l'œuf dans son follicule, auquel fait suite l'oviducte attaché par son autre bout au sac branchial. Au point d'attache, on peut déjà voir que les cellules qui composent la paroi de ce sac possèdent une très grande hauteur et forment un disque légèrement saillant à l'intérieur de la cavité. Je n'ai pas examiné si cet épaississement de la paroi du sac branchial, qui plus tard s'enfonce à l'intérieur pour former le cul-de-sac primitif si souvent décrit, n'est, comme le dit Salensky, que le bord épaissi de l'ouverture de l'oviducte, ou s'il est de formation nouvelle ; il est de fait que, dans tous les cas, on le trouve

toujours d'autant plus développé que l'oviducte se trouve plus raccourci et l'œuf plus rapproché de sa place définitive. Pour le reste, je n'ai rien à ajouter, en ce qui concerne ce stade, aux excellentes études de Todaro et de Salensky, et ne puis que renvoyer aux descriptions très complètes de ces observateurs.

L'arrivée de l'œuf à sa place définitive se fait entièrement par raccourcissement de l'oviducte qui se renfle, et dont les cellules, ainsi que celles de l'oviducte, s'accroissent en hauteur tout en perdant en largeur; on obtient ainsi très rapidement un follicule (fig. 2) composé de hautes cellules cylindriques et où il n'est plus possible de distinguer aucune trace de la séparation primitive en ovisac et oviducte. Je n'ai rien vu chez la salpa maxima qui put être comparé aux deux divisions qui persistent si longtemps, d'après Salensky, dans le follicule de la salpa democratica; ici la fusion paraît s'opérer d 'une manière beaucoup plus rapide. Cette différence entre la manière dont se forme le follicule chez les deux espèces me paraît d'ailleurs conformée par une parole de Kowalesky, d'après lequel la marche de la segmentation est beaucoup plus facile à suivre chez la salpa democratica que chez les autres espèces; il est certain qu'il n'y a chez la salpa maxima rien de comparable à la capsule anhiste qui reste longtemps distincte de la cavité à parois épaisses formée par l'oviducte rétracté sur lui-même, et dont la transparence permet de suivre aisément la segmentation. Ici l'œuf est très vite entouré d'une couche opaque qui a à peu près partout la même épaisseur.

Je n'ai pas non plus réussi à observer la persistance de l'ouverture d'entrée de l'oviducte, signalée par Salensky chez la salpa democratica ; je pense plutôt, que chez la salpa maxima, cette ouverture se ferme de bonne heure, isolant ainsi la cavité du follicule de la cavité respiratoire de la mère.

A l'époque ou l'œuf vient d'atteindre sa place définitive, le follicule se présente (fig. 2), sous forme d'une vésicule arrondie à parois très épaisses, et adhérente au fond de la légère dépression qui commence à se former au niveau de l'épaississement de la paroi du sac branchial déjà signalé au stade précédent, cette dépression se présente déjà comme une légère saillie en forme de verre de montre à l'intérieur de la cavité respiratoire. La segmentation est assez avancée, et il existe déjà plusieurs

sphères vitellines dont deux seulement sont représentées sur la coupe de la figure 2. En même temps que ces sphères, on remarque aussi des éléments plus petits qui correspondent sans doute aux cellules qui chez la salpa democratica, se détachent à un moment, de la paroi de l'ovisac? on serait tenté de les prendre pour des cellules du testa s'il n'était admis par tous les auteurs que le manteau de cellulose ne se forme que beaucoup plus tard chez les salpes.

Au stade (fig. 3) le follicule a pris une forme ovale, et la dépression répondant à l'épaississement de la paroi du sac branchial, s'est changé en un cul-de-sac qui fait déjà à l'intérieur de la cavité respiratoire une saillie assez considérable. Le follicule est actuellement entièrement logé dans le cul-de-sac assez profond déjà pour le contenir en entier, et qui correspond à la cavité sanguine de Todaro. Les coupes pratiquées à travers le follicule montrent que l'œuf est arrivé à cette époque au stade morula.

L'approfondissement de la cavité sanguine se continue rapidement, et le follicule ne tarde pas à être placé tout au fond d'une cavité profonde et à parois épaisses; on remarque en effet qu'à mesure que la dépression pénètre de plus en plus à l'intérieur du sac branchial, l'épaississement qui forme la paroi gagne en étendue, de sorte que à l'époque ou le cul-de-sac forme une forte saillie dans la cavité respiratoire, ses parois n'ont pas pour cela diminué d'épaisseur; il est également à remarquer que l'approfondissement de la cavité du cul-de-sac n'est nullement accompagné du rétrécissement de son ouverture, cette dernière continue toujours à rester largement ouverte à l'extérieur (fig. 4) ou plutôt, en dedans du système de lacunes (*sinus-système*) qui remplace chez les salpes la cavité générale.

Au moment auquel nous voici parvenus (fig 4), le cul-de-sac a atteint son maximum de profondeur, le follicule a alors pris une forme allongée et sa paroi ne présente plus partout la même épaisseur, mais se trouve plus épaisse dans sa portion inférieure (tournée du côté de la cavité) les coupes montrent que l'œuf commence à présenter une cavité de segmentation visible en forme de fente qui sépare la masse centrale de la couche périphérique.

Le cul-de sac se présente comme une saillie allongée à parois épaisses qui tend à adopter une forme cylindrique élargie vers le bas, et se continue en ce point avec le mince épithélium de la cavité respiratoire; le changement le plus important qu'il nous présente consiste dans l'apparition de deux sillons annulaires qui le divisent en trois segments distincts (fig. 4).

Ces sillons s'approfondissent d'une manière très rapide, et modifient bientôt d'une manière complète l'aspect de l'ébauche embryonnaire toute entière (fig. 5) ; le cul-de-sac contenu dans la cavité respiratoire n'a déjà plus la forme d'un mamelon saillant, mais se présente sous l'aspect d'une masse irrégulièrement reployée sur elle-même comme on le voit dans la figure 5. Les trois segments formés sur la paroi du sac par l'approfondissement des deux sillons annulaires dont nous avons parlé forment maintenant deux épaisses échancrures ; la supérieure (formant le sommet du cul-de-sac) s'est accolée sur toute son étendue à la moitié supérieure de la paroi du follicule qu'elle recouvre maintenant d'une manière immédiate, la moyenne forme au-dessous une portion renflée d'une assez grande longueur qui représente comme nous le verrons la couche périphérique du placenta, ou membrane placentale de Todaro, enfin, la troisième nous présente très visiblement une division en deux parties distinctes, la première supérieure, placée immédiatement sous le sillon inférieur et qui conserve encore une épaisseur égale à celle de la paroi du cul-de-sac primitif, la seconde inférieure et de même épaisseur que le reste de la mince paroi épithéliale du sac branchial avec lequel elle se continue. Cette troisième division vue dans son ensemble présente déjà la tendance, comme on le voit dans la figure 5, à se soulever autour de la membrane placentale, de manière à former un repli annulaire dont le sommet répond au point de réunion de la partie épaisse et de la partie amincie.

Nous avons vu qu'au stade de la figure 5, le follicule avait pris une forme allongée et que sa paroi commençait déjà à présenter une assez grande épaisseur à sa partie inférieure ; au stade figure 6, la différence s'est accentuée et est devenue plus considérable ; les cellules se sont multipliées avec une grande activité sur cette portion inférieure de la paroi du follicule, et ont donné naissance à une masse épaisse composée

de plusieurs rangées de cellules, et qui dépasse l'échancrure annulaire supérieure pour faire saillie en dedans de la portion de la cavité du cul-de-sac (cavité sanguine) qui se trouve limitée par la membrane placentale ; cette saillie représente ce que Todaro nomme le *bouton hématogène*, c'est ce qui formera le gros battant de cloche qui termine la masse interne du placenta.

L'examen de l'œuf montre qu'à cette époque la cavité de segmentation du stade précédant s'est agrandie, et remplit maintenant presque tout l'intérieur de l'œuf; son accroissement excessif (généralement plus grand que cela n'est indiqué dans la figure) a refoulé tous les éléments de l'œuf en un mince feuillet externe de cellules assez plates qui bordent la paroi interne du follicule ; en un point de ce feuillet externe se trouve accolée une petite masse pleine dérivée de la masse interne du stade précédent, cette masse représente la masse endodermique de Todaro, elle n'a pas de place absolument fixe sur la paroi du feuillet externe, mais elle en occupe toujours la portion inférieure.

Les deux figures suivantes (fig. 6, 7) représentent les stades suivants, ces derniers se distinguent essentiellement du stade précédent par l'accroissement de volume de la division supérieure du cul-de-sac primitif, division qui contient l'embryon tout entier, et qui devient au stade figure 7, tellement volumineux qu'elle égale presque à elle seule tout le reste de la masse de l'œuf avec ces annexés. Pendant cet accroissement se passent d'autres phénomènes que nous allons maintenant étudier successivement.

1° Le repli de la division inférieure du cul-de-sac primitif déjà indiqué dans la figure 5 se continue rapidement, et est bien nettement visible dans les figures 6 et 7 ; on voit dans ces figures que les deux divisions mince et épaisse de cette partie du cul-de-sac forment maintenant les deux feuillets (portion directe et portion reployée) du repli circulaire qui s'étend au-dessus de la membrane placentale, et qui est destinée à recouvrir l'embryon tout entier; le fond de ce repli correspond à l'échancrure inférieure. Nous assistons ici au phénomène déjà décrit par Todaro, et que H. Muller paraît avoir vu le premier de tous, et qui consiste dans la formation d'un repli circulaire du sac

branchial destiné à englober l'embryon tout entier, et formant la *caduque externe* de Todaro. Nous voyons que les deux portions signalées par les auteurs comme fournies par la paroi du sac branchial, c'est-à-dire le cul-de-sac (caduque interne de Todaro) et le repli annulaire (caduque externe de Todaro) existent tous les deux comme le veut Todaro, mais ils ne forment pas deux parties différentes ; le repli annulaire n'est que la base du cul-de-sac primitif qui se relève au-dessus de sa partie terminale. Remarquons (fait absolument différent de tout ce qui a été dit), que la membrane placentale dérive elle-même du cul-de-sac primitif, et se forme aux dépens de sa partie moyenne intermédiaire entre le sommet, qui renferme l'embryon, et la base qui se soulève pour former les enveloppes.

2° Pendant l'accroissement du repli annulaire, l'accolement de la division supérieure du cul-de-sac à la portion supérieure du follicule se fait d'une manière beaucoup plus complète, elles contractent adhérence d'une manière intime et l'on commence à pouvoir distinguer d'une manière bien tranchée la limite entre la partie recouverte du follicule et sa portion libre, munie à son centre de l'épaississement arrondi dont nous avons parlé (bouton hématogène de Todaro). On constate ainsi (fig. 6) que la portion recouverte par le paroi du cul-de-sac équivaut à peu près aux deux tiers supérieurs du follicule, et qu'il subsiste au-dessous un reste de la paroi portant en son milieu la masse arrondie qui se trouve libre à l'intérieur de la cavité interne du cul-de-sac (cavité sanguine), dont elle constitue maintenant le fond ; cette partie déjà bien visible dans la figure 6, apparaît plus nettement encore dans la figure 7 ou elle présente une grande largeur par suite de l'élargissement de toute la portion supérieure à ce stade ; on peut voir qu'elle y forme une cloison qui seule sépare la chambre folliculaire (primitivement cavité du follicule) de la cavité sanguine située au-dessous.

Je ne puis m'empêcher à la vue de ces faits, de penser aux deux feuillets : l'*épiblaste* et le *blastoderme*, que Todaro a décrits comme formant les deux divisions essentielles de l'exoderme ; du moins, son blastoderme joue ici le même rôle que la moitié inférieure (libre) du follicule, tandis que son feuillet *épiblastique* occupe la même place par rapport à la membrane placentale (voy. fig. 6) que le feuillet supérieur

du follicule, néanmoins je n'ai pas trouvé ici de trace de ce qu'il assigne comme limite entre ces deux parties, et qu'il a appelé le *cercle germinatif.*

Tandis que la portion inférieure et libre du follicule s'amincit (fig. 7) pour former la limite de la chambre folliculaire, la mince ligne de séparation qui maintenait la portion supérieure distincte de la membrane (paroi du cul-de-sac) qui la recouvre, s'atténue et disparaît bientôt sans laisser de traces. Je ne puis dire s'il y a soudure véritable des deux membranes en une seule, ou si l'interne, celle du follicule, s'amincit de manière à ne plus laisser aucune trace, mais ce qui est certain, c'est qu'au stade (fig. 7), tout indice de la division en deux feuillets se trouve disparu d'une manière définitive, de sorte que la paroi qui limite la cavité folliculaire en dessus et sur les côtés, ne se trouve plus à l'avenir composée que d'une seule couche (fig. 7).

Reportons-nous maintenant à la description de Salensky sur le développement de la salpa democratica : nous voyons que dans les deux cas, la chambre dans laquelle s'est effectué le développement, se trouve constituée par le follicule doublé d'une couche interne qui tire son origine de la paroi mince de la cavité respiratoire, le premier formant un sac arrondi et à parois épaisses, la seconde formant un cul-de-sac ouvert dans le système lacunaire de la mère par son extrémité inférieure : il est vrai que ce sac provient, pour Salensky, d'une prolifération de l'amas cellulaire qui entoure l'ouverture primitive de l'oviducte, tandis que je le décris avec les anciens auteurs, comme formé par une dépression du sac branchial, mais c'est là une simple différence de détail et qui ne porte pas atteinte à la ressemblance.

La ressemblance persiste pour la destinée de chacune des deux divisions du follicule ; la division supérieure, celle qui provient surtout des cellules qui composaient l'oviducte, s'amincit et disparaît d'une manière complète à peu près à l'époque où sont constitués les deux feuillets principaux du futur embryon, de sorte que l'œuf ne se trouve plus recouvert que par le feuillet dérivé du sac branchial. C'est à peu de différences près, la même chose que ce que nous venons de décrire chez la salpa maxima. De même, la paroi inférieure du folli-

eule, celle qui dérive plus particulièrement de la paroi de l'ovisac, subit d'après Salensky une autre destinée que celle qu'il assigne à la portion supérieure ; elle bourgeonne en dessous une épaisse masse de cellules qui remplit en partie la cavité du cul-de-sac issu de la paroi de la cavité respiratoire, et aux dépens de laquelle se forme le placenta. C'est là également un fait analogue à ce que j'ai signalé dans les lignes précédentes, avec cette différence toutefois, que la masse cellulaire de Salensky donnerait naissance au placenta presque entier (corps central et membrane placentale) tandis que selon moi, il ne forme que le corps central.

Ainsi, la concordance est tout à fait frappante, et je ne puis trouver aucune autre description qui se rapproche plus des faits que j'ai observés : la grande différence consiste dans la formation du repli annulaire (fig. 6 et 7) destiné à envelopper le cul-de-sac tout entier, et dont Salensky ne dit pas un mot : il est même possible que la seule différence d'une certaine importance entre nos deux descriptions : c'est-à-dire l'origine de la membrane placentale, ne soit qu'une conséquence de cette première différence. J'ai dit en commençant, que la salpa democratica présentait un type de développement extrêmement simplifié, peut-être la disparition du repli annulaire existe-t-elle en effet réellement chez ce type comme tend à le faire croire la description de Kowalesky, et n'est-elle, même, qu'un résultat de l'extrême condensation de l'embryogénie que nous avons déjà signalée chez ce type ?

Salensky n'a pas hésité, vu l'absence du repli annulaire et de la cavité qu'elle formera tout autour de l'embryon, à donner à la cavité du follicule le nom de *poche incubatrice*, le follicule devient alors la paroi interne de la poche incubatrice, et le cul-de-sac qui l'entoure, la paroi externe de la poche incubatrice; ces noms très bien justifiés dans le cas de la salpa democratica ne paraissent pas au premier abord, également justes chez les autres espèces, nous verrons plus loin ce qu'il faut penser de cette question.

Il ne me reste plus, pour compléter cette partie, qui donnera une idée du mode de formation des annexés *extra fœtales*, de l'embryon, qu'à décrire la manière dont se fait la fermeture du repli annulaire au-dessus du sac central qui contient l'embryon.

Tout à fait au début de son apparition (fig. 5) le repli annulaire présente une forme à peu près exactement circulaire, mais à mesure qu'il se prononce, on voit que les deux parties qui correspondent aux faces latérales s'élèvent en hauteur d'une manière rapide tandis que les parties qui correspondent aux faces antérieure et postérieure de l'embryon s'accroissent beaucoup moins vite; il suit de là, que le repli prend bientôt, quand on le regarde de face par le pôle supérieur de l'embryon, une disposition en deux moitiés répondant aux deux faces latérales; ces deux moitiés continuant ainsi à s'accroître, finissent par se rejoindre au-dessus de l'embryon, et par s'accoler sur une ligne allongée : le bord supérieur du feuillet interne du repli se trouve toujours épaissi (comme le montrent les figures 9 et 10, coupes transversales de l'embryon de la figure 8, et qui représentent le moment de la fermeture du repli annulaire) de sorte que l'accolement des deux moitiés sur la ligne médiane produit une espèce de crête qui surmonte toute la poche incubatrice (utérus) et que j'ai figurée telle qu'elle se voit de face dans les figures 8, 11, 14 et 15.

Ainsi, le repli primitivement annulaire ne tarde pas à se montrer composé de deux moitiés, et sa fermeture au-dessus de l'embryon ne se fait pas suivant une simple ouverture, mais suivant une ligne allongée; enfin, l'accolement des deux bords de l'ouverture d'une naissance à une crète visible dans mes figures, et qui indique le lieu de fermeture du repli. Cette crête correspond chez la salpa maxima, à ce que Todaro nomme le *col de l'utérus*. Remarquons en passant que ce mode de fermeture et la formation de cette étrange crète, sont des faits particuliers à la salpa maxima; chez la pinnata, par exemple, pour ne citer qu'une espèce, rien de semblable n'existe, et le repli annulaire se ferme régulièrement par une simple ouverture petite et arrondie. Après sa fermeture, le repli annulaire circonscrit une nouvelle cavité limitée du côté du centre par la saillie du cul-de-sac, et dans laquelle s'effectuera le développement ultérieur de l'embryon : c'est cette cavité qu'on doit nommer cavité *incubatrice* ou *mieux utérine*, si l'on veut se conformer aux dénominations anciennement adoptées, mais il serait mieux de lui laisser spécialement le nom de cavité *utérine*, réservant le nom de *cavité incubatrice* donné par Salensky à la

cavité du follicule dans laquelle se développe primitivement l'embryon ; cela prête, il est vrai, à une petite confusion, vu que les noms d'utérus et poche incubatrice ont été jusqu'ici employés concurramment et un peu au hasard pour distinguer la même partie, cependant le nom de cavité incubatrice s'applique merveilleusement au follicule, et c'est le seul qui puisse convenir au cul-de-sac dont nous avons parlé jusqu'ici ; nous adopterons donc désormais ces termes.

Il suffit d'un coup d'œil comparatif jeté sur les figures données par Todaro et sur les quelques figures qui accompagnent ce travail, particulièrement sur les figures 9 et 10, qui seules représentent des coupes transversales, pour se convaincre que le feuillet interne du repli correspond à ce que Todaro a appelé l'amnios, tandis que le feuillet externe du même repli correspond à ce qu'il appelle l'utérus. On voit (fig. 9, 10) que le feuillet interne du repli ne fait que continuer la membrane placentale, absolument comme fait l'amnios de Todaro ; d'autre part, Todaro a été jusqu'à donner une figure (fig. 18, pl. II, 2) dans laquelle on voit son amnios passer au niveau du col, à la mince membrane qui forme l'utérus.

C'est au double sac qui dérive du repli que nous réserverons le nom d'utérus ; la couche interne du repli sera pour nous le *feuillet interne de l'utérus*, et la couche externe le *feuillet externe de l'utérus*.

Il est à remarquer que la large ouverture au niveau de laquelle la mince couche externe du repli annulaire, s'insérait au début sur la paroi de la cavité branchiale, tend, à mesure que le repli se soulève, à se rétrécir de plus en plus ; elle est à son maximum dans le stade (fig. 5) et diminue ensuite d'une manière graduelle ; au stade (fig. 7), elle est déjà très étroite ; enfin, lorsque le repli se trouve fermé (fig. 9 et 10), elle ne forme plus qu'une ouverture étroite si on la compare au volume du sac tout entier (l'ouverture du pédoncule). Les parois qui la limitent constituent le pédoncule.

2° *Annexés embryonnaires.*

Nous connaisons maintenant d'une manière suffisante l'origine et la disposition générale des principales enveloppes et annexes de l'embryon, nous savons ce que c'est que le placenta et d'où dérivent sa masse centrale et sa couche périphérique, nous

savons qu'en dehors du follicule de l'œuf, deux grands diverticules de la paroi du sac branchial concourent exclusivement à la formation des enveloppes qui se réduisent toutes en dernière analyse en une poche incubatrice et un utérus ; néanmoins, tout cela ne nous éclaire pas sur une portion importante qu'il nous reste à traiter : l'œuf ne donne-t-il naissance qu'à l'embryon proprement dit, ou entre-t-il pour une part quelconque, si minime qu'elle soit, dans la formation des annexés, et dans ce dernier cas quelles parties forme-t-il ?

Il ne manque pas d'auteurs qui ont regardé le placenta comme ayant la même source que l'embryon lui-même ; Krohn et Leückart ont soutenu cette opinion. Parmi les modernes, Kowalesky décrit le placenta entier comme formé par la scission de la portion inférieure d'un stade déjà composé de trois feuillets continus rangés concentriquement autour d'une cavité centrale, la cavité intestinale primitive. Suivant Brooks, de même, le placenta n'est que la partie orale d'une gastrula par épibole qui se serait détachée du fond destiné à former l'ébauche embryonnaire ; enfin, sans aller tout à fait jusqu'au même point, nous avons vu que Todaro fait dériver le placenta d'une manière complète des cellules de l'œuf, la masse centrale provenant de la membrane blastodermique, et la cavité placentale du cercle germinatif. Salensky a combattu l'opinion de Kowalesky et nié l'existence de la division de l'œuf en embryon et rudiment de placenta ; mais cela ne l'empêche pas cependant de reconnaître que l'embryon donne naissance à une petite portion destinée à entrer dans la structure du placenta, le *toit du placenta* se superposant aux deux divisions primitives que nous connaissons déjà.

Le sujet est certes d'une assez grande importance pour nous engager à chercher à notre tour ce qu'il y de vrai ou de faux dans toutes ces opinions ; je continuerai donc mes études en me plaçant à ce nouveau point de vue.

Nous avons laissé l'embryon (fig. 5) à l'époque où il est composé d'une couche de cellules appliquées contre la paroi du follicule, et portant en un point une petite masse de cellules qui en occupe toujours la portion inférieure ; au stade suivant, on voit que la portion inférieure du feuillet externe portant la petite masse de cellules accolée à sa paroi s'est soulevée de la

paroi inférieure *fb* du follicule, prenant ainsi avec le reste du feuillet externe une disposition plus ou moins en fer à cheval (fig. 6). Dans cet état, on peut à peu près indiquer la destinée future des différentes parties : la portion inférieure du feuillet externe, celle qui s'est nettement séparée de la paroi du follicule (fig. 7) représente la portion de l'embryon qui viendra concourir à former le placenta, et la cavité comprise entre elle et la paroi inférieure du follicule représente, selon moi, la cavité placentale (*cp*). La masse superposée à la couche *pf* est l'endoderme, ne formant qu'une seule masse dans la figure 6, et creusé d'une cavité dans la figure 7. Enfin, le feuillet périphérique *em* représente, autant que j'ai pu en juger par mes études encore imparfaites à ce sujet, le rudiment commun de l'exoderme et du mésoderme ; la figure 6 montre l'œuf à ce stade au moment où vient de se former la cavité placentale ; la figure 7 montre la même chose, mais à un état de développement plus avancé.

La fermeture complète de la cavité utérine (fig. 8, 9, 10) est le signal d'un grand et important changement; il consiste dans la destruction de la cavité qui jouait jusqu'ici le rôle de cavité incubatrice (cavité du follicule); pour cela la membrane *s* adhérente jusqu'ici au point de réunion de la membrane placentale et de la division inférieure de la paroi folliculaire (fig. 6), (place du cercle germinatif de Todaro), se sépare de ce point et se retire à la partie supérieure (fig. 8, 9, 10, s), laissant les trois feuillets *e m, p f, end,* qui sont issus de l'œuf, libres dans l'intérieur de la cavité utérine.

Cette rupture me paraît simplement occasionnée par le développement du placenta fœtal *pf* qui vient prendre la place occupée jusqu'ici par la membrane *s,* dans le prolongement de la membrane placentale dont il paraît être la continuation dans les figures 9 et 10 ; la figure 7 montre déjà sur la gauche le commencement de la soudure du placenta fœtal à la membrane placentale, soudure complètement terminée au stade, 8, 9, 10.

Je ne puis malheureusement, dans l'état actuel de mes recherches, dire au juste ce que deviennent les restes de la couche *s* et les masses *em* qui dérivent du feuillet *e m* de la figure 7. D'après les descriptions de Todaro, il semble certain que c'est la couche *s* qui forme la peau de la future salpe ;

cependant Todaro ne figure pas la couche sous-jacente *e m*, qui dans le stade 8, 9, 10, est divisée au centre, mais continue aux extrémités, enveloppant la masse endodermique d'une manière complète, excepté au niveau du pôle supérieur. Je croirais volontiers que c'est le feuillet *e m* qui fournit la peau de la salpe future, tandis que le reste de la couche *s* s'atrophie et disparaît; néanmoins, je ne possède sur ce sujet aucun renseignement suffisamment précis pour me permettre de décider la question. Tout ce que je puis dire, c'est qu'au stade figure 14 je n'ai plus rencontré les deux feuillets *s* ni *e m* : à leur place il y avait une couche unique évidemment destinée à former la peau de la salpe, mais entre ces deux stades se trouve une lacune.

Laissons donc ce sujet pour un autre mieux connu, et passons à l'étude de la masse endodermique. La masse endodermique, après la fermeture de l'utérus, se présente dans les coupes transversales, sous l'aspect des figures 9 et 10, et dans les vues de côté, sous l'aspect de la figure 8 ; on voit dans cette dernière qu'elle forme une masse contenant une cavité irrégulière, et dont la paroi très épaisse porte un renflement énigmatique *x* et s'insère sur toute l'étendue de sa base sur le placenta fœtal. La figure 10 montre qu'à cette époque la cavité endodermique est continue avec la cavité du placenta.

Au stade suivant, la masse endodermique (qui constitue en ce moment le rudiment le plus volumineux dont se formera la salpe future) se trouve plus nettement dégagée du placenta fœtal auquel elle ne tient plus que par un pédoncule assez étroit ; de plus, sa division en paroi de la cavité interne et renflement *x* est mieux accentuée. Si à cette époque on regarde l'embryon par le pôle supérieur, après avoir enlevé la crête, on voit que la masse endodermique possède une forme allongée dans le sens de la largeur (fig. 12) et porte à une des deux extrémités élargies l'épaississement *x*. Le placenta fœtal qui occupe la portion située entre cette masse endodermique et la membrane placentale visible sous forme d'un cercle à double paroi (fig. 12, m p), présente à cette époque une structure bilobée, comme je l'ai du reste représenté dans la figure (*p f*). La figure 11 nous montre la manière dont le lobe de gauche s'insère à la masse endodermique, ainsi qu'à la base de la membrane placentale.

La figure 13 peut servir à jeter quelque jour sur la singulière structure que présente l'embryon de *Salpa pinnata* à la même époque de développement que le stade figure 11 auquel nous sommes arrivés. Todaro a donné plusieurs coupes transversales de l'œuf de la Salpa pinnata à cette épouqe, et toute sa première planche se trouve remplie de ces figures; elles donneront au lecteur une idée assez juste de l'aspect tout à fait étrange que présente à ce stade l'embryon de cette espèce. Il est de fait que toute cette première période de développement ne donne naissance chez la Salpa pinnata à rien qui nous rappelle la structure d'une jeune salpe, mais à un rudiment absolument différent, ébauche déjà douée d'une structure très complexe et que l'on serait certainement tenté de considérer comme une forme spéciale précédant la forme Salpe dans l'ordre du développement, en un mot comme un véritable proembryon. La figure 13 dessinée d'après un œuf entier légèrement coloré par l'acide osmique et rendu transparent par l'essence de girofle, d'après la méthode que j'ai indiquée en commençant, donne une vue d'ensemble de ce proembryon dont Todaro n'a donné que des coupes transversales. C'est une vue de face qui représente, de même que la figure 12 de la Salpa maxima, l'aspect que l'on obtient en examinant l'œuf par le pôle supérieur, ou pôle correspondant au col de l'utérus.

Or, si nous comparons cette forme étrange au dessin de la figure 12 qui, ainsi qu'on l'a vu, représente l'embryon à la même époque chez la Salpa maxima, nous verrons que l'on peut établir sans trop de peine une comparaison entre les deux états; nous distinguons au centre de la figure 13 une portion plus élevée, creusée d'une cavité et que je considère comme correspondant à l'endoderme *en d* de la figure 12; à droite et à gauche, cette masse centrale donne naissance à deux larges ailes en forme de T, comparables, suivant moi, aux deux lobes *pf* de la figure 12 et qui représentent de même le placenta. Enfin, en haut et en bas, sur la ligne médiane, on voit se détacher de la saillie centrale deux autres expansions *x x* plus petites que les latérales et de forme variée, plus ou moins comparables à l'appendice *x* qui occupe la même place chez la Salpa maxima. En un mot, l'ébauche embryonnaire de la figure 13 me paraît tout à fait analogue à celle de la figure 12,

légèrement compliquée, et se compose essentiellement d'une masse endodermique *e n d*, munie d'une ou de deux petites annexes *xx*, et superposée à deux larges expansions *p f*, qui représentent le *placenta fœtal.*

Dans la suite, nous voyons que les lobes *p f* s'ajoutent chez la Salpa maxima au placenta maternel pour former avec lui le placenta définitif. Chez la Salpa pinnata, au contraire, les lobes *p f* en forme de T, entrent d'assez bonne heure en dégénérescence pour former une masse compacte de cellules disséminées; cela n'empêche pas de les considérer comme représentant le placenta fœtal. A l'époque représentée dans la figure 13, la coupe transversale de l'embryon donnerait à peu près la même chose que dans la figure 10, qui nous renseigne d'une manière à peu près exacte sur la nature des rapports primitifs de la masse *end* et des expansions *p f*; mais bientôt, et surtout lorsque ces derniers entrent en dégénérescence, la portion *e n d* perd ses relations primitives pour venir s'ouvrir au pôle opposé où elle paraît alors faire suite à l'exoderme.

Revenons au développement de la salpa maxima.

La masse endodermique de la figure 11 ne tarde pas à se détacher de la masse sous-jacente du placenta fœtal, à laquelle elle n'était déjà plus adhérente au stade figure 11, que par un étroit pédoncule; à partir de ce moment, on la voit rapidement se joindre au feuillet exodermique qui la recouvre pour former au-dessus de la masse du placenta, l'embryon proprement dit (fig. 14) qui prend rapidement l'aspect d'une jeune salpe. Dans la figure 14, qui pour la première fois nous représente le rudiment embryonnaire complètement distinct, on voit que la cavité endodermique se trouve divisée en deux cavités que je crois être le cloaque *c* et la cavité respiratoire *c r*; vue de face, la première se présente sous forme d'une poche arrondie placée du côté du ganglion nerveux *g* et communiquant par le fond avec la cavité respiratoire située au-dessous; cette dernière a l'aspect de deux lobes qui comprennent entre eux la poche supérieure *c* et qui se réunissent derrière cette poche, mais les coupes transversales nous montrent que ces deux lobes communiquent au-dessous de la cavité *c* et ne forment en réalité qu'une cavité unique. Du côté antérieur, et sous le ganglion nerveux actuellement formé, se trouvent deux masses super-

posées *x x* qui dérivent je crois de la masse *x* du stade précédent et dont j'ignore tout à fait la destinée ultérieure. Sous l'extrémité postérieure du sac se trouve également une petite vésicule *v* dont j'ignore aussi la destinée future. A cet état, la couche qui formera la peau *e x* ne s'est pas encore resserrée autour de la masse embryonnaire que nous venons de décrire, elle figure dans les coupes un arc continu qui entoure complètement la masse embryonnaire et vient se terminer au placenta fœtal.

Dans le stade suivant, on trouve au contraire que la peau s'est resserrée autour de l'embryon (fig 15) ; en même temps, la cavité respiratoire s'est agrandie, la masse énigmatique *x* est disparue, et l'éléoblaste est apparu au côté opposé de l'embryon. Des lors l'ébauche embryonnaire possède l'aspect d'une jeune salpe, et se trouve prête, après un léger accroissement, à faire saillie au dehors de la cavité utérine.

Nous voici débarrassés de la partie embryonnaire, dont nous ne tenons compte, ainsi que nous l'avons dit, que d'une manière incidente ; revenons à la partie essentielle de notre sujet qui est surtout l'étude des annexés de l'embryon.

A peine la masse endodermique s'est elle détachée qu'on voit le placenta fœtal *p f* acquérir un volume tout à fait extraordinaire (fig. 14, *p f*) au point de former la portion la plus volumineuse contenue dans l'utérus ; si on le regarde de face à cette époque, on voit que ses deux lobes de la figure 12 se sont réunis pour donner naissance à une masse unique possédant maintenant la forme d'un rectangle. Si l'on fait une coupe transversale à travers cette épaisse masse du placenta, on trouve qu'elle se compose de longues cellules cylindriques à plusieurs noyaux, dont la longueur s'accroît en s'approchant du sommet, et qui se reconnaissent aisément comme identiques aux longues *cellules germoblastiques* de Todaro ; vers leur partie interne, tournée du côté de la cavité placentale on peut déjà voir que les longues cellules germoblastiques ont commencé à entrer en dégénérescence pour donner naissance à une masse granuleuse contenant des corps jaunes et des corps *oviformes* (Todaro). Nous arrivons donc, en admettant (ce qui est douteux) que le rôle que leur a assigné Todaro soit exact, à conclure que ces corps ne prennent pas naissance de la véritable membrane

placentale issue d'un diverticulum de l'utérus de la mère, mais proviennent seulement du placenta fœtal et dérivent par conséquent en dernière ligne, de l'œuf.

Le grand accroissement du placenta fœtal a pour conséquence de refouler devant lui toute la portion de placenta formée par les annexés extra-fœtales, c'est-à-dire la couche placentale *m p* plus toute la portion *f b* dérivée de la division inférieure de la paroi du follicule ; cette dernière se trouve entièrement refoulée jusqu'à l'ouverture *pd* du pédoncule, et comme son étendue est trop considérable pour la nouvelle place qu'elle vient occuper, elle se plisse d'une manière extrêmement compliquée et dont la figure 14 ne donne qu'une faible idée (1). De plus, la cavité de l'ancien cul-de-sac (cavité sanguine de Todaro) se trouve supprimée d'une manière complète, au bénéfice, il est vrai, de la cavité placentale *c p* qui s'accroît dans la même proportion que la cavité sanguine diminue, et la membrane placentale quitte la position verticale qu'elle possédait jusqu'alors (fig. 11) pour venir, en prenant une position horizontale, s'appliquer directement contre la paroi plissée *f b* qui dérive de la division inférieure du follicule, et qu'elle vient recouvrir d'une manière immédiate.

Ainsi le placenta entier de la figure 14 se compose en résumé d'une plaque plissée portant à son centre la saillie interne *p* et recouverte d'une triple couche formée par la *membrane placentale* et les deux feuillets de l'utérus, triple couche qui le recouvre d'une manière immédiate, supprimant toute trace de cavité sanguine. Cette plaque forme la base du *placenta fœtal*, grosse masse ayant une forme de parallépipède, implantée sur la face interne de la membrane plissée, et composée de longues cellules cylindriques (C. germoblastiques), qui comprennent au centre la cavité placentale. A leur partie interne, ces cellules cylindriques commencent déjà à tomber en dégénérescence ; une dégénérescence semblable se voit ausssi sur la paroi interne

(1) On distingue d'abord un repli circulaire autour de la saillie centrale *p* puis, quatre double replis longitudinaux, qui divisent la surface inférieure de cette membrane en quatre quartiers ; chacun de ses replis se continue d'une part avec la saillie circulaire du centre, et se reploie sur lui-même vers la circonférence; ils n'ont pas tous exactement la même disposition, et même longueur: A cet égard, il y a une régularité telle qu'on pourrait orienter l'embryon rien que d'après l'examen de ces plissements.

de la membrane plissée ; cette dégénérescence donne naissance à des produits (protoplasme granuleux, corps jaunes, corps oviformes) qui remplissent plus ou moins la cavité placentale.

La disposition du placenta que nous venons de décrire correspond à son état de développement le plus complet, il ne reste pas d'ailleurs bien longtemps sous cette forme ; peu après, les processus de dégénérescence déjà commencés dès le stade figure 14, s'accélèrent, et bientôt, le placenta tout entier entre dans sa période régressive, période déjà signalée par Salensky.

Il n'est pas besoin de bien longs commentaires pour montrer ici la correspondance de la partie que j'ai appelé le *placenta fœtal* avec le *toit du placenta de Salensky* ; mes descriptions confirment donc complètement l'opinion de l'auteur russe, à l'exclusion de toutes les autres citées en commençant ; nous voyons seulement que cette partie importante du placenta prend chez la salpa maxima un développement extrême, au point de constituer la partie la plus volumineuse de la masse entière du placenta (fig. 14), fait qui est bien loin d'exister chez la salpa democratica, décrite par Salensky.

Trois parties entrent donc dans la struture du placenta : 1° la portion basilaire terminée par le battant de la cloche, et formée par la division inférieure du follicule ; 2° la latérale formée par la membrane placentale issue d'une division du cul-de-sac primitif ; 3° la partie supérieure issue des produits de la segmentation et que j'ai appelée le placenta fœtal. Salensky reconnaît les trois mêmes divisions ; l'accord existe aussi pour l'origine de deux d'entr'elles ; il y aurait concordance absolue sans la question de l'origine de la membrane placentale, qui est, à vrai dire, le seul point important sur lequel (en laissant de côté l'absence d'utérus chez la salpa democratica) je diffère de Salensky.

Nous entrons maintenant dans la période de régression.

Le fait déterminant du changement d'aspect qui s'opère quelque temps après le stade (fig. 14) est la disparition de la membrane plissée : la dégénérescence commence par la circonférence, cette dernière se détache de la membrane placentale, puis la dégénérescence progresse vers le centre jusqu'à la rencontre du renflement arrondi (battant de cloche). Ce dernier

persiste comme tel et conserve sa forme indépendante, mais éprouve aussi de grands changements dans sa structure interne, et perd sa structure nettement épithéliale pour ne plus former qu'une masse de cellules irrégulièrement disposées.

En même temps que disparaît la membrane plissée, on voit du côté de la cavité placentale, s'augmenter les produits de dégénérescence qui se formaient dejà dès le stade précédent (fig. 14). Nous avons vu alors que ces produits se formaient en deux points principaux de la cavité placentale : 1° aux dépens des deux grosses masses formées dans la portion supérieure du placenta fœtal par les cellules extrêmes excessivement allongées qui en forment la paroi à ce niveau ; 2° aux dépens de la portion centrale de la membrane plissée, au milieu de laquelle, dans la portion superposée au renflement arrondi, s'amasse un fort dépôt de granules et de protoplasme. Au stade (fig. 15) nous voyons que les deux masses formées par la portion supérieure (à cellules très longues) de la paroi du placenta fœtal, sont tombées toute entières en dégénérescences ; elles n'offrent plus aucune trace des limites des cellules, mais se trouvent composées maintenant tout entières d'un protoplasme plus ou moins granuleux contenant des noyaux et des corps oviformes. Dans ce protoplasme, nous pouvons distinguer une partie claire formée par la fusion des cellules, et dans laquelle les noyaux sont disséminés, et une portion plus fortement granuleuse qui correspond à un état plus avancé encore de dégénérescence.

Tandis qu'il se forme ainsi dans le haut du placenta une masse épaisse en dégénérescence, l'amas de granules disséminés dont nous avons décrit la formation au-dessus de la masse arrondie du bas (battant de cloche) s'augmente et s'élève graduellement en hauteur pour venir rejoindre les deux masses supérieures.

Ainsi se constitue une masse unique en dégénérescence occupant toute la portion centrale du placenta, et qui, très épaisse dans la partie inférieure, s'effile graduellement vers le bas et se trouve terminée par la masse arrondie. Quant à la cavité placentale *cp*, elle est disparue par suite de la destruction de la membrane plissée, et le corps placentaire creusé d'une cavité (fig. 14) se trouve maintenant complètement remplacé par la

masse en dégénérescence s'effila , par le bas, que nous venons de décrire (fig. 15 et 16).

Tandis qu'il se forme ainsi dans la partie centrale, une masse unique aux dépens de deux parties primitivement séparées, l'extrémité supérieure de la membrane placentale séparée maintenant de la membrane plissée se continue d'une manière immédiate avec les parties latérales du placenta fœtal, de manière à former après la réunion une couche continue qui n'offre plus de traces de sa constitution primitive. Dans la figure 15, la partie dérivée du placenta fœtal est la portion où j'ai figuré des cellules; la partie dérivée de la membrane placentale a été au contraire laissée en teinte plate.

Quand ces diverses modifications se trouvent accomplies, la masse entière du placenta a perdu la disposition primitive qu'elle nous présentait au stade (fig. 14) et ne se compose plus que d'une portion centrale enveloppée d'une couche périphérique, le placenta fœtal s'est réduit dans sa portion médiane à une épaisse masse en dégénérescence formant la partie supérieure de la masse centrale, et sur les côtés de laquelle viennent s'implanter les parties latérales plus minces qui ont échappé à la destruction.

La figure 16 représente un état (après que l'embryon est sorti de l'utérus) dans lequel le travail de fusion des différentes parties en une masse centrale terminée en battant de cloche et couche périphérique, est encore plus avancé que dans le stade précédent; dans ce stade, l'épaisse masse qui occupe le fond du placenta, et où s'implantent en même temps le battant central et la couche périphérique, ne consiste plus qu'en des traînées de protoplasme entrecoupées par de nombreuses lacunes. A cette époque, le placenta a entièrement perdu toute espèce de traces de sa structure primitive pour prendre l'aspect de cloche si souvent décrit par les observateurs.

Les figures 16, 17, 18, 19, qui représentent la sortie de la salpe de ses enveloppes, et l'arrivée graduelle à la forme définitive, ont à peine besoin d'explication; dans la figure 16, on voit que l'utérus vient de se rompre par sa partie supérieure pour laisser saillir le volumineux embryon; le plus souvent cependant, il n'y a pas de rupture, et l'embryon se borne à faire saillie à travers la longue fente qui occupe le milieu de la crête (fig. 10);

l'utérus se ramasse, et se retire ensuite vers la partie inférieure.

La figure 17 nous montre le moment où l'embryon se sépare de la mère ; la scission se fait à la base de l'utérus ; ce dernier tout entier reste attaché au sac branchial et l'embryon se détache avec le placenta.

De la figure 17 à la figure 18 qui représente la salpe à l'état de liberté s'accomplit un grand changement d'aspect. Jusqu'au stade (fig. 17), et même pendant ce stade, le placenta forme une portion d'un très grand volume, qui paraît égale en importance à la salpe elle-même ; dans la figure 18, nous voyons que par suite de l'accroissement de la jeune salpe, le placenta ne paraît plus qu'un simple appendice, de plus, l'accroissement extrême de l'éléoblaste, qui, à cette époque, va de pair avec l'accroissement de la salpe, fait que la jeune salpe, paraît munie non plus d'un, mais de deux appendices distincts, le placenta en avant, l'éléoblaste en arrière, tous deux suspendus à la face ventrale, et qui finissent même par être d'égal volume.

Dans la suite, la jeune salpe continue à grandir, mais sans que l'éléoblaste suive son accroissement, il résulte de là que les deux appendices que nous constatons dans la figure 18 acquièrent bientôt une taille tout à fait insignifiante relativement au volume de la salpe. La figure 19 qui représente, avec les proportions soigneusement conservées, un exemplaire adulte de salpa maxima peu avant la disparition complète de ces annexes, montre quelle énorme réduction elles paraissent éprouver par suite de l'accroissement considérable de la salpe. J'ai cherché à savoir en dernière analyse, comment disparaissent ces deux derniers rudiments, et voici le résultat auquel je suis arrivé.

L'éléoblaste figuré dans la figure 19, ne consiste déjà plus, comme aux stades précédentes, en une masse compacte de tissu conjonctif, mais il ne forme plus qu'une petite vésicule dont la paroi seule conserve encore une couche peu épaisse de cellules conjonctives qui représentent l'éléoblaste et donnent à cette paroi une coloration jaunâtre. Avec le temps, cette couche s'amincit de plus en plus jusqu'à disparition complète. A cette époque, la petite vésicule de la figure 19 a enfin perdu sa coloration jaune et s'est encore réduite, de sorte qu'on ne trouve plus, à la place où était l'éléoblaste, qu'un petit diverticule

insignifiant de la peau qui finit par faire partie du système circulatoire.

En ce qui a rapport au reste du placenta, je ne puis que signaler ce fait que j'ai observé, c'est qu'à mesure que ce reste devient de plus en plus petit par rapport à la salpe, il paraît disposé à s'éloigner de sa face ventrale, beaucoup plus qu'à venir s'affaisser à sa surface, comme cela a généralement lieu dans le cas de la résorption, son pédoncule s'allonge et s'étire de plus en plus, aussi ne puis-je croire que le placenta disparaît en se résorbant à l'intérieur de la salpe. J'ai rencontré des échantillons chez lesquels, à la suite de l'amincissement du pédoncule, le reste du placenta se trouvait détaché de la salpe d'une manière complète et se trouvait alors libre à l'intérieur du manteau de cellulose; je croirais volontiers que c'est de cette façon que s'opère la disparition du placenta; sans doute il se résout en une masse de granules qui finissent par être entraînées par le courant circulatoire.

J'ai négligé à dessein dans cette description, de parler du phénomène le plus important qui se produit à cette époque et qui consiste dans la formation de l'étranglement qui sépare l'un de l'autre l'embryon et le placenta. C'est là, en effet, une question importante qui méritait d'être traitée isolément; il nous reste maintenant à passer à son étude.

La première apparition de cet étranglement remonte à l'époque où le feuillet externe se reploie tout autour des organes internes (fig. 15) de manière à former la peau de la salpe, distincte dès ce stade de la portion du même feuillet qui continue à relier cette peau au placenta. On voit, à cette époque, que la paroi de la cavité respiratoire forme toujours un sac bien fermé en dessous et sans nulle communication avec le placenta.

Cependant ce n'est guère qu'à l'époque où la jeune salpe a achevé de faire saillie en dehors de l'utérus, qu'on voit l'étranglement devenir nettement visible, et que les deux parties (salpe et placenta) commencent à s'isoler rapidement l'une de l'autre (fig. 16 et 17). Or, à cette période, le sac respiratoire, bien que toujours fermé et sans interruption dans sa partie inférieure, se prolonge en dessous jusqu'au placenta, cette prolongation passant entre les deux rudiments de l'endostyle

visibles à cette époque de chaque côté de la paroi. Il suit de là, qu'au début l'étranglement circulaire paraît diviser les deux feuillets de la jeune salpe ; néanmoins, à mesure qu'il avance en profondeur, on voit le placenta se rapprocher de la face ventrale de la salpe (fig. 18), de sorte que cette prolongation du sac branchial vers le bas finit par rentrer en dedans de l'endostyle dont les deux moitiés se rejoignent au-dessus.

En somme, l'endoderme demeure en contact avec le placenta tant que dure l'incubation, et jusqu'au stade 17 il se prolonge encore au-dessous du rudiment de l'endostyle, au-dessous même du point où se forme l'étranglement, pour maintenir ce contact, mais ce contact ne continue plus après la séparation de l'organisme maternel et le repli formé au niveau de l'étranglement par le feuillet externe et par lui seul, sépare graduellement la salpe du placenta en se glissant entre ce dernier et la paroi inférieure du prolongement du sac branchial, en même temps ce dernier se rétracte peu à peu. Il n'y a ici, malgré les aspects trompeurs que présentent les premiers stades de l'étranglement, rien qui ressemble à une division de la cavité respiratoire en deux parties distinctes.

Cette question avait déjà du reste été traitée d'une manière très complète et extrêmement exacte par Salensky, et ce que je viens de dire ne fait que confirmer la conclusion déduite par cet habile observateur.

Résumé.

Résumons rapidement nos principaux résultats :

Première période. — 1° Les deux premiers phénomènes de l'embryogénie sont le raccourcissement de l'oviducte avec l'ovisac en un follicule qui renferme l'œuf, et la formation aux dépens de l'épithélium de la cavité respiratoire, d'un cul-de-sac saillant dans l'intérieur de cette cavité, et qui renferme le follicule attaché au fond du cœcum (fig. 1 à 4). C'est dans la *cavité incubatrice* formée par cette double couche (follicule et cul-de-sac) que l'œuf commence à se développer et que s'effectue la formation de l'embryon.

2° La portion supérieure de la paroi du follicule contracte adhérence avec la partie supérieure de la couche externe (formée par le cul-de-sac) figure 5, puis s'amincit (fig. 6) et dis-

paraît (fig. 7), laissant la cavité qui renferme l'embryon, enclose désormais par une paroi simple. En même temps la portion inférieure du follicule s'épaissit au milieu pour former le placenta, ou du moins une portion importante du placenta (fig. 5, 6, 7) composée d'une membrane *f b* au milieu de laquelle s'élève une masse arrondie qui représente l'extrémité en battant de cloche de la partie centrale du placenta fœtal.

3° Pendant que tout cela se passe pour le follicule, la membrane formée par le cul-de-sac s'est partagée en trois divisions : la division supérieure qui forme la paroi externe de la première cavité incubatrice, la moyenne entourant le corps arrondi *p* et destinée à entrer dans la composition du placenta, formant ce que Todaro a nommé la membrane placentale, et l'inférieure qui se replie (fig. 5) pour donner naissance à un repli annulaire (fig. 6) qui s'élève (fig. 7) et finit par envelopper l'embryon (fig. 9 et 10) à la partie supérieure duquel il vient se refermer, formant ainsi un sac à double paroi qui n'est autre que l'utérus.

Dès que la cavité utérine se trouve formée, la cavité d'incubation primitive se détruit, et la membrane *s* qni en formait la paroi se détache du reste du cul-de-sac pour se retirer vers le haut de l'embryon (fig. 8, 9 et 10), où elle finit sans doute par entrer en dégénérescence et par disparaître. L'embryon est ainsi librement abandonné au milieu de la cavité utérine que forme la seconde cavité d'incubation.

2me *Période.* — Pendant que s'accomplissent ces divers phénomènes, l'embryon s'est formé à l'intérieur de ses enveloppes.

1° D'abord la morula a donné naissance à un stade formé d'une masse interne et d'une couche externe; la cavité de segmentation *c s* qui sépare ces deux couches s'est ensuite agrandie, en refoulant toutes les cellules du feuillet externe en une couche qui tapisse la face interne du follicule ; la petite masse interne se trouve alors accolée à la portion inférieure de ce feuillet externe.

2° La portion inférieure du feuillet externe (portant la masse interne) se soulève de la paroi inférieure du follicule, formant ainsi entre elle et cette paroi une cavité qui est la *cavité placentale p l* (fig. 6, 7). La portion de feuillet externe qui re-

couvre cette cavité est le placenta fœtal (*p f*), la petite masse interne qui se trouve en dessus représente l'endoderme (*end*) muni au stade (fig. 7) d'une cavité interne; la partie supérieure du feuillet externe *em* (fig. 7) représente probablement le rudiment de l'exoderme, et peut être du mésoderme.

Les premiers stades qui suivent la rupture de la cavité d'incubation primitive (fig. 8, 9, 10) nous montrent ces trois parties (feuillet exo-mésodermique ? endoderme et placenta fœtal) libres au milieu de la cavité intérieure et surmontées par la membrane *s* issue de la paroi du sac d'incubation.

Dans la suite, ces membranes *s* et *e m* disparaissent, et à leur place, on ne tarde pas à rencontrer une couche unique qui sera la peau de la jeune salpe (fig. 11, 14).

En même temps, la masse endodermique se détache complètement du placenta fœtal et forme un noyau autour duquel se disposeront bientôt les principaux organes, pour former la salpe (fig. 11, 14, 15).

Le placenta fœtal se joint à la membrane placentale et à la lame *fb* qui dérive de la paroi inférieure du follicule pour former enfin le placenta complet, composé par conséquent de trois parties distinctes dont deux proviennent de la mère et une de l'embryon.

Dans la suite, le placenta fœtal prend un volume considérable de manière à donner l'aspect de la figure 14, puis ont lieu les phénomènes de dégénérescence qui rament le placenta à un état plus simple. Pendant cette dégénérescence, la lame *fb* issue de la paroi inférieure du follicule se détruit, à l'exception de sa portion médiane, la *saillie arrondie*. Cette dernière ne tarde pas à être rejointe par l'épaisse portion supérieure du placenta fœtal qui forme maintenant une épaisse masse en dégénérescence. Cette masse, terminée par la saillie arrondie, forme (fig. 15 et 16) le corps central du placenta définitif. En même temps, les parties latérales du placenta fœtal se sont réunies à la couche placentale, formant ainsi une seule couche périphérique qui entoure la masse centrale terminée en battant de cloche (fig. 16).

Le reste du développement consiste uniquement :

1° Dans la sortie de la salpe à travers le col de l'utérus (fig. 16), formé ici par une fente allongée, et par la séparation

de l'embryon portant le placenta, et de l'utérus qui demeure adhérent à la mère (fig. 17).

2° Dans la séparation, pas un étranglement, de la jeune salpe et du placenta, étranglement qui divise l'exoderme en en deux parties, l'une qui forme la peau de la salpe, l'autre qui recouvre (fig. 18 *ex*), le haut du placenta mais auquel ne prend pas part le sac respiratoire, qui demeure indivis. C'est tout à fait au début de l'apparition de l'étranglement que se forme le premier rudiment du stolon qui donnera naissance à la forme en chaire.

3° Dans la disparition complète de l'éléoblaste et du placenta (fig. 19) : le premier par réduction de ses éléments en une couche de plus en plus mince qui finit par disparaître complètement ; le second par amincissement de son pédoncule qui finit par se rompre laissant le placenta emprisonné dans le manteau de cellulose, où il finit sans doute par se résoudre en granules emportés par le courant circulatoire.

Nous pouvons maintenant comparer avec fruit les résultats acquis dans le cours de cette étude, avec les descriptions données par les auteurs ; il serait je crois absolument superflu de revenir ici sur les études historiques tracées en quelques lignes au début de ce mémoire, il suffit que l'on voie à quoi correspondent le placenta composé d'une masse interne en battant de cloche, et d'une couche périphérique, ainsi que le grand sac qui enveloppe l'embryon. Nous avons dit également ce qu'il fallait penser de la division soutenue par certains auteurs, du germe embryonnaire en embryon et en placenta, ainsi que du cul-de-sac saillant à l'intérieur de la cavité branchiale, et du pli annulaire déjà vu par quleques-uns. Nous n'insisterons donc plus sur tout cela, et nous nous contenterons d'un examen plus attentif des deux derniers grands travaux parus à ce sujet, ceux de Todaro et de Salensky.

Bien que la description donnée par Todaro dans son premier mémoire, sur le *mode de formation des annexes* de l'embryon diffère totalement de celui que je signale, bien qu'il ne soit question dans toute sa description, ni du follicule, ni du cul-de-sac qui l'entoure, on ne peut cependant méconnaître qu'il existe une grande analogie en ce qui concerne la *simple disposition* des membranes embryonnaires. Il suffirait d'admettre que

son amnios au lieu de se substituer, comme il le dit, au feuillet épithélial interne de l'utérus, représente dès le début, ce feuillet lui-même ; on obtiendrait ainsi, les différences d'interprétation étant mises à part, une disposition absolument concordante à celle que j'ai décrite dans ce qui précède,

Dans la note publiée en 1880, Todaro a complété en des points importants la description donnée dans son premier mémoire.

Il a reconnu la persistance du follicule et décrit tout au long la formation du cul-de-sac primitif et du repli annulaire qui forme l'utérus; il n'y a guère à redire à la description qu'il donne de ces enveloppes, mais il tombe en erreur relativement à la formation de l'amnios et de la membrane placentale qu'il décrit comme issues du corps embryonnaire. Il n'a pas reconnu leur identité avec la couche externe de l'utérus et avec la portion inférieure du cul-de-sac central. Todaro renouvelle l'erreur déjà commise dans son premier travail, et en commet de plus une seconde très analogue , en regardant comme distinctes la membrane placentale et la portion basilaire du cul-de-sac central (1).

C'est à ces deux erreurs qu'est due la complexité exagérée que Todaro paraît attribuer aux annexes et que j'ai relevé dans ma première analyse (voir l'historique) ; il suffit d'identifier ces quatre parties entre elles pour ramener la disposition adoptée par Todaro à une disposition identique à la mienne.

(1) Nous avons vu, en effet, que Todaro traitait séparément (quoique d'une manière très brève) de l'origine de la membrane placentale qu'il attribue toujours au cercle germinatif et par conséquent au corps embryonnaire.

En même temps, il nous dit que la paroi du cul-de-sac (caduque externe) s'affaisse sur l'hémisphère inférieur de l'œuf, tandis que sa cavité interne (cavité sanguine) se réduit. Rien de tel ne peut être attribué à la membrane placentale.

Cependant Todaro paraît avoir vu que la membrane formant la paroi du cul-de-sac s'implantait suivant une zone circulaire un peu près au milieu du corps embryonnaire (voyez la note 6 de l'historique), c'est-à-dire au même point que le cercle germinatif qui constitue le point d'attache de la membrane germoblastique (placentale). Cette remarque nous montre que les vues de Todaro sont peut-être moins distinctes qu'il semble au premier abord de celles que j'ai émises dans ce qui précède ; il ne me semble pas douteux qu'il n'arrive à reconnaître l'identité complète des deux membranes en question.

Il est à remarquer que dans sa dernière note, Todaro reconnait également le fait que la paroi inférieure du follicule prend part en même temps que la membrane blastodermique, à la formation du placenta, mais d'une toute autre façon que celle que j'ai décrite.

La description de Salensky se rapproche de la mienne d'une manière beaucoup plus intime que la précédente : la formation du premier sac d'incubation aux dépens du follicule et d'une membrane en cul-de-sac dérivée de la paroi du sac branchial (1). La dégénérescence ou disparition de la division supérieure (issue de l'oviducte) du follicule, et l'épaississement de la division inférieure (issue de l'ovisac) pour former une portion importante du placenta (2). La formation d'une division supérieure du placenta (toit du placenta de Salensky, placenta fœtal de ma description) venant se surajouter aux deux autres pour former un placenta complet formé de trois portions : masse centrale issue de la paroi inférieure de l'ovaire, membrane placentale et toit du placenta (3). Enfin, la destinée ultérieure de ce placenta et son isolement à l'aide d'un sillon qui se ferme au-dessous du sac respiratoire. Tels sont les nombreux points où il y a concordance.

Comme détail, je ne trouve qu'une différence importante : elle a rapport à l'origine de la membrane placentale qui, d'après Salensky, dérive, comme sa portion centrale, de la division inférieure du follicule, tandis que d'après moi elle se forme de la paroi du cul-de-sac primitif.

En même temps, à côté de ces analogies, existe entre les deux une profonde divergence : elle consiste dans le point important du repli destiné à former l'utérus et dont Salensky ne dit pas le moindre mot; de sorte que, sous ce rapport, ma description se rapproche plus de celle de Todaro.

Il est certes assez difficile de concevoir comment l'accord constant entre une foule de points beaucoup plus délicats peut se trouver interrompu par un fait aussi simple et aussi facile à constater que la fermeture du repli de l'utérus, repli qui n'aurait pu échapper que bien difficilement à un observateur aussi expérimenté que Salensky ; je préfère croire qu'il y a en effet des formes à embryogénie condensée (comme salpa democratica) dépourvues d'utérus, quoique de telles formes ne soient que des exceptions, le mode général étant représenté par celui qui existe chez la salpa maxima, mode qui tient assez exactement le milieu, entre la complexité de la description de Todaro et la simplicité de celle de Salensky.

Conclusion.

Nous voyons que les parties qui prennent part à la formation de l'embryon et de ses annexes sont au nombre de trois : 1° deux qui appartiennent à l'organisme matériel : le follicule et une expansion de la paroi du sac branchial; 2° les parties qui dérivent de l'œuf.

Le diverticulum du sac branchial est un simple cul-de-sac dont la portion périphérique, placée à la base, finit par s'élever au-dessus du sommet pour se refermer au-dessus de lui. Le sommet du cul-de-sac primitif forme la paroi externe de la *cavité d'incubation* primitive, le repli de la base limite la *cavité utérine* définitive et la portion moyenne du même cul-de-sac forme une membrane qui unit l'un à l'autre les deux sacs d'incubation, c'est la membrane placentale de Todaro.

2° Le follicule se divise en deux hémisphères; le supérieur forme le feuillet interne de la cavité d'incubation primitive, l'inférieur s'épaissit au milieu pour former la portion centrale du placenta maternel.

3° L'œuf donne naissance au corps embryonnaire divisé de très bonne heure en embryon proprement dit, et placenta fœtal qui vient se souder au placenta maternel.

Jusqu'ici on a considéré la membrane placentale comme faisant partie intégrante du placenta ; il me semble douteux, qu'au sens physiologique, cette membrane ait à jouer un rôle très important dans l'apport du sang de la mère à l'embryon ; sa fonction est plutôt de maintenir le *sac d'incubation* primitif en place au milieu de *la grande cavité utérine*. Le rôle principal dans l'apport du sang me paraît joué par la partie centrale, en battant de cloche, issue de la paroi de l'ovisac, qui s'est allongée en une masse épaissie baignée de toutes parts par le sang de la mère. Par le haut, cette portion centrale du placenta, qui mérite d'une manière plus spéciale le nom de *placenta maternel* se réunit à une portion de même forme fournie par le corps embryonnaire. Ces deux portions, maternelle et fœtale du placenta (formé de cette façon d'une seule masse cylindrique) comprennent entre elles une cavité, et c'est entre cette cavité et le sang qui entoure le placenta maternel (battant de cloche) que se fait

sans doute par simple endosmose l'échange principal des liquides entre la mère et l'embryon.

Si l'on accepte cette idée, tout l'ensemble de l'œuf serait ainsi formé : 1° un placenta de forme plus ou moins tubulaire occupant la partie centrale, sous l'embryon, et formé d'une partie maternelle et d'une partie fœtale, la seconde pouvant si l'on veut se comparer à la vésicule allantoïde des mammifères; 2° deux poches incubatrices reliées l'une à l'autre par une membrane spéciale, la membrane placentale (que l'on pourrait nommer membrane unissante) et dans l'intérieur de chacune desquelles s'opère successivement le développement. Nous avons vu d'ailleurs comment s'opère le passage de la première cavité d'incubation dans la cavité utérine définitive.

Ainsi, toutes les annexes fournies par la mère, consistent 1° en deux poches incubatrices reliées par une membrane unissante qui maintient la première en dedans de la seconde; 2° dans la portion maternelle du placenta.

L'embryon ne fournit qu'une simple expansion destinée comme l'allantoïde des mammifères à former la partie centrale du placenta.

BIBLIOGRAPHIE

KRON, 1846. — *Annales des sciences naturelles.* 3e série, tome VI, p. 110.

HUXLEY, 1851. — *Observations on Salpa and Pyrosoma* (Philosophical transactions), p. 567, 1821.

H. MULLER, 1853. — *Zeitschrift für wiss. Zoologie* Bd IV, p. 329, année 1853, et figures dans Carus, Icones Zootomicæ. (Pl. XVIII, 1857.)

VOGT, 1853. — *Recherches sur les animaux inférieurs de la Méditerranée* (2e mémoire).

LEUCKART, 1854.— *Zoologische Untersuchungen*, 2e Heft, p. 47. Giessen

KOWALESKY, 1868. — *Nachrichten von der K. Gesellschaft des Wissenschaften zu Göttingen*, p. 407.

SALENSKY, 1875. — *Zeitschrift für wiss. Zoologie* Bd 27, p. 176. — Ueber die embryonale Entwicklung der Salpen.

TODARO, 1875. — *Sopra lo sviluppo e l'anatomia delle salpe.* (Recherches du laboratoire d'anatomie de Rome, 1875.)

BROOKS, 1876. — *The development of Salpa.* Bulletin of the museum of Haward college. Vol. III, nos 11-14.

TODARO, 1880. — *Academia dei Lincei.* Vol. IV, série 3. Primi fenomeni delle sviluppo delle salpe.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXVII-XXVIII.

c. Cloaque.
cp. Cavité placentale.
cr. Cavité respiratoire.
cs. Cavité de segmentation.
el. Eleoblaste.
em. Feuillet externe de l'embryon
en. Endostyle.
end. Feuillet interne de l'embryon.
ex. Exoderme.
fb. Division inférieure du follicule formant le placenta maternel.
fe. Division supérieure du follicule formant le feuillet interne de la cavité d'incubation primitive.
g. Ganglion nerveux.
mp. Division moyenne du cul-de-sac primitif formant la membrane unissante ou placentale.
o. Col de l'utérus.
p. Masse arrondie terminant le placenta maternel (bouton hématogène de Todaro).
pd. Pédoncule.
pf. Placenta fœtal.
s. Division supérieure du cul-de-sac primitif formant le feuillet externe de la cavité d'incubation primitive.
ue. Feuillet externe de l'utérus.
ui. Feuillet interne de l'utérus.
v. Petit diverticulum de la cavité respiratoire (fig. 14).
x. Appendices dépendant de la masse endodermique.
x'. Idem.

Toutes les figures, excepté 13 *et* 18, *appartiennent à la Salpa maxima.*

Fig. 1. — L'œuf ovarien avec l'ovisac, l'oviducte et l'épaississement du sac branchial.

Fig. 2. — Œuf dans le follicule et commencement de la formation du cul-de-sac primitif.

Fig. 3. — Follicule contenu dans le cul-de-sac saillant à l'intérieur de la cavité respiratoire.

Fig. 4. — Montre la division du cul-de-sac en trois parties distinctes.

Fig. 5. — Montre l'adhérence de la division supérieure du cul-de-sac à la paroi du follicule pour former la paroi de la cavité d'invagination primitive, et l'épaississement de la portion inférieure du follicule pour former la masse terminale du placenta.

Fig. 6. — Montre le soulèvement de la division inférieure du cul-de-sac primitif en un repli annulaire qui formera l'utérus au-dessus de la division moyenne *mp*, qui constitue la membrane placentale ou unissante.

Fig. 7. — Montre la division de l'embryon en trois parties (feuillet externe, endoderme et placenta fœtal) et la disparition de la division supérieure du follicule (paroi interne de la poche incubatrice). Le reste du follicule *fb* forme le placenta maternel.

Fig. 8. — Premier stade après la fermeture de l'utérus au-dessus de l'embryon : il montre la destruction du sac d'incubation primitif dont la paroi rompue *s* s'est retirée vers le haut du corps embryonnaire. On y voit aussi la disposition de ce dernier en trois feuillets.

Fig. 9. — Coupe transversale de l'extrémité du même stade, montrant la fermeture avancée du repli de l'utérus et la disposition des feuillets à l'intérieur.

Fig. 10. — Coupe transversale au milieu du même stade, montrant la disposition des mêmes parties à ce niveau. L'utérus y est presque complètement fermé. On y voit la communication de la cavité de l'endoderme avec la cavité placentale.

Fig. 11. — Stade plus avancé; le feuillet externe *me* paraît s'être retiré vers le haut de l'embryon, et ne se distingue plus bien de la membrane *s*. La masse endodermique portant un épaississement *x* se trouve détachée plus nettement du placenta fœtal.

Fig. 12. — Même stade vu par le pôle supérieur et donnant une vue de face du placenta fœtal avec la masse endodermique qui la surmonte. Elle montre la division du placenta en deux lobes.

Fig. 13. — La même chose chez la salpa pinnata, montrant la disposition plus complexe de la masse endodermique (portant deux appendices *x*, *x'*) et la forme en T des lobes du placenta.

Fig. 14. — Stade plus avancé, montrant l'énorme développement du placenta fœtal et la disposition de la cavité sanguine. La masse endodermique s'est complètement détachée du placenta et forme, à la partie supérieure, une petite masse entourée des principaux organes de la jeune salpe, le tout enveloppé d'une couche exodermique qui remplace maintenant les deux feuillets *s* et *em*. Cette couche se prolonge sans interruption sur les parties latérales du placenta.

Fig. 15. — L'exoderme a commencé à se resserrer autour des principaux organes de la salpe future qui commence à devenir nettement reconnaissable. Le placenta est entré dans sa période de régression; la dégénérescence est déjà avancée, et la membrane *fb* issue de la paroi inférieure du placenta commence à se détruire.

Fig. 16. — La jeune salpe fait saillie en dehors de l'utérus, et le placenta, dont la période de régression est terminée, ne consiste plus qu'en une masse centrale terminée en battant de cloche, et une couche périphérique.

Fig. 17. — Le placenta se détache de l'utérus, et l'étranglement qui séparera la salpe du placenta commence à se prononcer.

Fig. 18. — Jeune salpe libre (salpa pinnata); le placenta, séparé de de la salpe par un mince pédoncule, ne forme plus à la face ventrale de la salpe qu'un appendice antérieur, à peine plus gros que l'appendice postérieur formé par l'éléoblaste.

Fig. 19. — Échantillon adulte de salpa maxima (très réduit) montrant la réduction que paraissent avoir éprouvé l'éléoblaste et le placenta.

OBSERVATIONS SUR LE DÉVELOPPEMENT

DE

L'ANGUILLULA STERCORALIS (BAVAY)

PSEUDO-RHABDITIS STERCORALIS (MIHI)

HORS DE L'ORGANISME HUMAIN

PAR LE

Professeur Édouard PERRONCITO, de Turin.

(PLANCHE XXIX)

§ 1. — Remarques générales.

Dans un Mémoire que j'ai présenté à l'Académie royale des *Lincei* (1), (séance du 2 mai 1880), je déclarai que, abstraction faite des *ascarides des oxyures* et des *trichocéphales* communs, on trouve dans les intestins des ouvriers revenus du Mont Saint-Gothard et présentant les symptômes de l'oligoémie pernicieuse, trois espèces différentes d'helminthes, en nombre plus ou moins grand, produisant des phénomènes cliniques identiques. Ces espèces sont : l'*Anchylostoma* ou *Dochmius duodenalis de Dubini*, l'*Anguillula intestinalis* et la *Stercoralis de Bavay*.

Après avoir décrit les larves de l'*Anguillula stercoralis de Bavay* telles qu'elles sont émises parmi les excréments, je faisais observer au chap. VI de mon travail que les tentatives de culture que j'avais faites sur ces larves ne m'avaient pas conduit au delà de la formation de leurs capsules. « Je n'avais « trouvé qu'une seule fois parmi des excréments infectés par « elles, dont la culture datait de plusieurs jours, des larves « enfermées dans leurs capsules, à travers lesquelles on les

(1) Perroncito. — « Observazioni elmintologiche relative alla mallattia sviluppatasi epidemica neglioperci del Gottardo.» —Reale Accademia dei Lincei, anno CCLXXVII, série 3e. « Memorie della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali. » Vol. VII. Seanta del 2 maggio. Roma 1880.

« voyait avec leur appareil viscéral parfait, et une autre fois je « vis un *rhabditis* donnant une légère idée de développement « complet; mais je n'aurais pas pu confirmer ultérieurement le « fait ; de crainte qu'elle put être une autre espèce de *Rhab-* « *ditis* (Dujardin) ou un *Leptodera* (Schneider), je gardai une « prudente réserve. » Cependant je déclarais dans cet ouvrage même que je n'avais pas beaucoup insisté sur ces sortes de cultures, parce que l'individu qui m'avait fourni d'abord un matériel copieux avait été guéri par le traitement auquel je l'avais soumis, et je finissais le chapitre susdit de mon travail en manifestant l'intention de mieux étudier si l'*Anguillula stercoralis* peut ou non atteindre son développement complet lorsqu'on la cultive artificiellement hors de l'organisme humain, comme MM. Bavay et Normand le prétendent, « car la formation de la « capsule peut constituer une dernière période de vie libre fa- « vorable et même indispensable à l'homme. » J'ajoutais que « les évacuations de milliers et même de millions de larves « d'*Anguillula* voisines de la formation de la capsule, faites par « les individus atteints de ces parasites, expliquent l'infection « extraordinaire de certains lieux et comment il est possible « que ces maladies deviennent endémiques ou épidémiques, « les conditions étant favorables, en un laps de temps relati- « vement court, en conséquence de la malpropreté, des ali- « ments crus ou demi-crus, et même par l'air, et soient même « la cause de maladies congénères. »

Récemment un nouveau cas d'helminthiase par les Anguillules et les Anchylostomes, chez un individu anémique revenu de Saint-Gothard, m'offrit l'occasion d'entreprendre des recherches plus rigoureuses sur les phases ultérieures du développement de l'Anguillula stercoralis hors de l'organisme humain.

Voici le cas clinique tel qu'il s'est presenté à moi ; Bossolono (Antoine-Joseph), âgé de 22 ans, de Shambino, charpentier. Jusqu'à l'année 1878, il demeura dans son pays et ne souffrit d'aucune maladie, de manière qu'il était regardé comme un des plus robustes parmi les jeunes gens, fait qui est confirmé par le médecin de la commune de Shambino, le Dr Vassia Solutore. Dans le courant de l'année 1878 Bossolono alla au Saint-Gothard et il fut occupé comme charpentier dans un atelier

hors du tunnel jusqu'à la fin de la même année. Il rentra alors dans son village, sans avoir souffert d'aucune maladie pendant son séjour au Saint-Gothard, et il y resta jusqu'au mois d'août 1879, époque à laquelle il se rendit de nouveau au Saint-Gothard. Jusqu'au mois de décembre il travailla comme charpentier hors du tunnel, et depuis le mois de janvier jusqu'à tout celui de février il fut employé dans l'intérieur du tunnel, à 6,500 mètres de l'entrée, dans un endroit fangeux, où les débris terreux se trouvaient mêlés aux déjections humaines et à beaucoup d'eau. Après ces deux mois passés à l'intérieur du tunnel dans de telles conditions, Bossolono fut obligé d'en sortir car il se sentait assez malade. Il continua son travail à l'extérieur jusqu'à la fin du mois d'août. Revenu dans ses foyers, le Dr Vassia lui administra les ferrugineux, le magistère de quina, et ces remèdes semblèrent remettre les forces du malade. Vers la fin de novembre il prit, par ordonnance du médecin, une émulsion de fougère mâle à doses très faibles, qui ne produisit pourtant par une grande amélioration. Examiné le 9 décembre, il présentait les syptômes de l'oligoémie, et on reconnut dans ses déjections un nombre remarquable (20 par préparation) d'œufs d'Anguillula intestinalis, un nombre restreint d'œufs d'Anchylostomes (2-4 par préparation) et 12-15 d'Anguillula stercoralis.

On lui administra une dose de médicament composé de 20 grammes d'extrait éthéré de fougère mâle dans 80 grammes à peu près de teinture de la même substance. Trois jours après il prit une dose analogue du même médicament.

Le 14 décembre, à 9 heures du matin, il arriva de son pays après avoir pris les doses d'extraits éthéré que je viens d'indiquer et qu'on lui avait remises pour son traitement. Dans ses excréments, qu'on examina, on ne trouva plus aucun œuf, mais on voyait, en moyenne, une larve d'Anguillula stercolaris dans chaque préparation microscopique. Cet individu souffrant en même temps de bronchite, je profitai de cette circonstance pour le faire entrer à l'hôpital de San Giovani, aux soins éclairés du Dr Baldi et du Dr Silva . Il fut tenu au lit dans sa section et soumis à un traitement reconstituant, principalement par le lait, les médecins se proposant de soigner sa bronchite et de remettre ses forces, et moi ayant en vue de constater si

l'*Anguillula stercoralis* se multiplie dans l'intestin de l'homme sans le besoin d'être éliminé et de parcourir une période de vie libre.

Le 20 on soumit ses excréments à l'examen microscopique et on y trouva déjà des larves en nombre relativement plus grand (3-4 par préparation microscopique). Par les observations suivantes, qui eurent lieu le 24 et le 28 décembre 1880, on constata qu'elles augmentaient graduellement. Le 7 janvier 1881 on comptait déjà 7 à 8 larves, en moyenne, dans chaque préparation microscopique.

Cette observation, que je fus à même de contrôler, servit à résoudre la question que je m'étais posée, c'est-à-dire à démontrer *que l'Anguillula stercoralis se développe dans l'intestin de l'homme sans qu'il soit nécessaire qu'elle en sorte sous la forme de larve et qu'elle parcoure une période de vie libre,* comme MM. Normand et Bavey l'avaient déjà observé (1). Le malade émit toujours des matières bourbeuses quoique parfois il passât deux jours sans évacuer.

Le 8 janvier il fut envoyé pour une convalescence de dix jours à l'hospice de la Crocetta, d'où il venait me faire sa visite quotidienne.

Ayant voulu essayer l'action des boissons alcooliques sur les Anguillules, je l'engageai à boire chaque matin un petit verre de *fernet,* ce qu'il fit. Il en but ainsi un le 10, un le 11 et deux le 12. Les Anguillules diminuèrent graduellement grâce à l'introduction de cette liqueur dans son corps, tellement que le 13 je dus en suspendre la prescription afin de me conserver des larves pour les cultures suivantes. Mais cet individu avait éprouvé un grand soulagement et il en continua l'usage, de sorte que le 17 je ne trouvai plus dans ses excréments qu'une larve morte et dégénérée.

Les excréments émis précédemment par cet individu m'avaient fourni un matériel précieux pour l'étude des phases ultérieures du développement de l'Anguillule en question hors de l'organisme humain. Je pus donc me convaincre que, si

(1) A Normand. « Entozoaires accompagnant la maladie dite de Cochinchine (*Compte rendu hebd.*, T. LXXXIII, p. 316, 1876). « Mémoire sur la diarrhée dite de Cochinchine. » Paris 1877, Bavay. « Note sur l'Anguillule stercorale. » (Comptes-rendus de l'Ac. des sci., séance du 9 oct. 1876.

MM. Normand et Bavay ont eu le mérite de découvrir et de décrire pour la première fois l'helminthe que j'ai soigneusement étudié, ils sont tombés dans quelques inexactitudes qu'il importe de noter. Du reste, la méthode qu'ils avaient adoptée pour les cultures ne pouvait que les conduire aux résultats obtenus et publiés dans le très intéressant ouvrage de M. Normand. Pour citer un exemple, Bavay avait déclaré que l'embryon a la longueur de 0mm 1 et la grosseur de 0mm 002 lors de sa sortie de l'œuf, tandis que la première est en réalité de 0mm 200 et la seconde de 0mm 010.

L'état actuel des connaissances helminthologiques m'oblige par conséquent à donner l'histoire complète du développement de cet helminthe, avec les considérations qui en dérivent spontanément.

§ 2. — Développement de l'Anguillule stercorale.

Les larves de l'*Anguillula stercoralis*, lors de leur émission du corps humain, se trouvent à différents degrés de développement, en nombre divers, et avec les caractères anatomiques que j'ai décrits dans le chapitre déjà cité de mon travail (1). En d'autres termes, les larves émises par les déjections se présentent à leur première phase et à différents degrés de développement; cependant on les trouve en général en nombre variable, douées de plus en plus de vivacité, parfois très vivaces, de la longueur de 0mm 200-0mm 300, de la grosseur de 0mm14-0mm 16. La partie antérieure de leur corps est d'une grosseur plus uniforme que celle des larves de l'*Anchylostoma* et de l'*Anguillula intestinalis* : leur tête est plus grosse, la cavité de la bouche moins longue, le pharynx plus dilaté mais plus court; l'intestin plus ample et plus long que chez la larve correspondante de l'*Anchylostoma*, en présentant des renflements, le rudiment génital est ordinairement bien distinct, de forme naviculaire, très caractéristique, de la longueur de 0mm 025 et de la grosseur de 0mm 003. Quelquefois cependant il n'est pas visible ou bien il se montre en voie de développement, comme on le voit par les figures annexées à ce Mémoire et soigneusement exécutées par mon assistant le Dr Pithou Carità. Dans

(1) Perroncito, *loc. cit.*

l'intestin des larves dont le développement est le plus avancé et qui sont destinées à devenir des *Pseudo-rhabditis* mûrs, lorsque leur culture a bien réussi ou qu'elles se trouvent parmi des excréments tombés en terrain favorable à une température suffisamment élevée, on remarque souvent plusieurs gouttelettes ou globules de grandeur différente, sphériques ou ovoïdes, réfractant une lumière jaunâtre, et on les voit parcourir avec plus ou moins de rapidité le vide du tube intestinal. Ces gouttelettes, d'apparence graisseuse, ne proviennent pas toujours du lait constituant le régime des malades, car on les observe aussi dans les larves émises par des individus qui ne font pas usage de cette substance.

Les ayant soumises à la culture à la température de 22-25° C. je pus observer que ces larves n'arrivent pas toutes à leur développement complet et que toutes ne deviennent pas propres à procréer hors de l'organisme humain. Si on chauffe jusqu'à la température susdite des déjections contenant des larves d'*Anguillula stercoralis,* dans un récipient permettant l'accès d'une certaine quantité d'air pour les parasites, après 16-17 heures, on trouve déjà des larves qui atteignent la seconde période de leur vie libre et qui sont enfermées dans leur capsule, d'une manière analogue à celle que j'ai indiqué pour les larves de l'*Anguillula intestinalis.* C'est-à-dire que, lorsqu'elles ont acquis une longueur de 0^{mm} 350 et une grosseur de 0^{mm}016, elles s'allongent et s'amincissent, leur pharynx, leur œsophage et leur estomac se transforment; ce dernier perd son armature chitineuse dentaire et l'intestin éprouve aussi des changements de forme et de longueur. Elles arrivent en peu de temps à 0^{mm} 430-0^{mm} 460 de longueur, tandis qu'une capsule très mince, comme un voile chitineux, vitreux, très transparent, se détache de la couche dermique. Les larves ont, à ce moment-là, la longueur de 0^{mm} 430-0^{mm} 470 et la grosseur de 0^{mm} 12 ou bien de 0^{mm} 16 la capsule comprise. Le tube pharyngien s'étend environ jusqu'à la moitié de leur corps, comme on le voit dans les figures ci-jointe; elles ont la queue obtuse et souvent bifurquée; le rudiment génital mince et long paraissant écrasé du côté de l'anus. Je ne saurais jusqu'à présent indiquer d'autres différences entre ces larves et celles de l'*Anguillula intestinalis* hormis leur longeur moindre et le rudiment génital,

quoique celui-ci ne soit que peu évident. Elles sont aussi douées d'une vivacité très grande et de mouvements serpentins, ondoyants et très rapides, même à la température de 12 à 16° C.

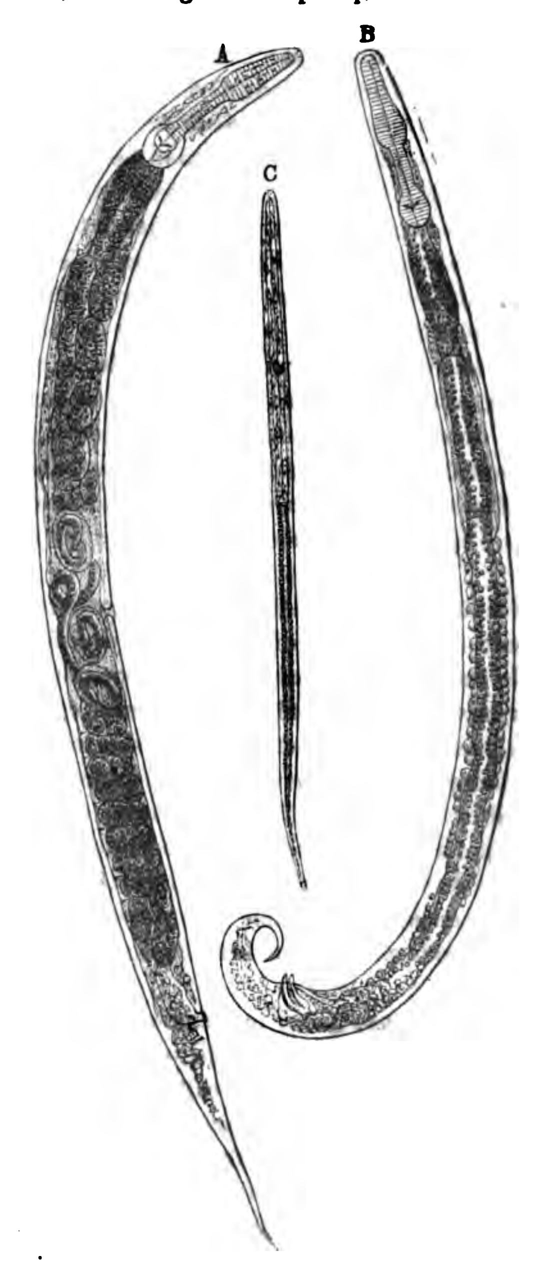
Les larves émises à un dégré de développement plus avancé sont les seules qui atteignent la période de vie adulte, ou, pour mieux dire, de vers parfaits se multipliant hors de l'organisme humain. Ces larves s'enferment aussi dans une capsule, mais plus tard, c'est-à-dire seulement lorsqu'elles ont complètement atteint la phase larvaire et qu'elles sont près de devenir des vers parfaits. Elles augmentent alors en longueur et en grosseur, et, arrivées à peu près à 0mm,500 de la première et à 0mm 025 de la seconde, leur rudiment génital se montre déjà très prononcé, et chez les femelles on voit un sillon ou dépression moyen du côté de l'anus. Les organes de la génération se développent de plus en plus, tandis qu'une substance chitinoïde se détache de la peau sous la forme d'une membrane transparente, hyaline destinée à constituer la capsule du ver.

Après 17 à 20 heures de culture elles se trouvent déjà voisines de leur maturité et ordinairement déjà enfermées dans leur capsule ou kyste, en voie de développement progressif. Ou bien les larves ont déjà abondonné leurs capsules, et les Anguillules présentent distinctement leurs sexes, quoique les organes de la génération ne soient pas toujours tout-à-fait formés. Ainsi on voit chez les femelles l'ouverture de la vulve, et l'ovaire déjà fort bien développée, en correspondance et prenant naissance du rudiment génital de la larve. L'ouverture de la vulve reste cependant soutenue par un appareil postérieur également chitineux qui est plus long et plus large que chaque cirre.

Caractères génériques. Queue préhensile, pointue, ordinairement roulée sur elle-même du côté du ventre ; d'une longueur à peu près égale à un neuvième de celle du corps.

Femelle à peu près d'un tiers plus forte et plus longue que le mâle, corps fusiforme, plus aminci à sa partie postérieure ; vulve à peu près au milieu du corps, du côté de l'anus, correspondant à un rétrécissement; utérus double avec ses deux branches dirigées vers les deux moitiés du corps ; ovaire très très étendu ; queue presque conique, pas très aiguë, ondulée

vers sa pointe, de la longueur de presque un douzième de celle



du corps (fig. 1. A).

La rapport entre les mâles et les femelles est à peu près de 1 à 8.

L'accouplement a une durée très courte (40 à 50"). Le mâle entoure la femelle de sa queue au niveau du rétrécissement vulvaire, il introduit son spicule et il s'enroule avec rapidité de deux au trois tours sur la femelle, en serrant ainsi son corps avec force. Pendant l'accouplement la famelle semble faire des efforts pour se dégager des étreintes du mâle, au moyen de mouvements latéraux. L'éjaculation du sperme opérée, le mâle déroule ses spires, il reste encore attaché à la femelle pendant 2 à 3". La femelle est ovipare et ovovivipare.

Caractères de l'espèce *Pseudo-rhabditis stercoralis* (Bavay).

Synonymes *Anguillula* (Rhabditis) *stercoralis* (Bavay).

Leptodera (Anguillula) *stercoralis* Bavay (Cobbold).

Femelle. Longueur 1^{mm}, grosseur 0^{mm} 050; (fig. 1. A).

Mâle. Longueur 0^{mm} 700, grosseur 0^{mm} 035; (fig. 1. B).

Corps allongé, aminci aux deux extrémités ; tégument faiblement strié dans le sens transversal, presque lisse ; tête obtuse continue avec le corps; bouche orbiculaire, proéminente, contractile, pourvue de deux mâchoires latérales armées chacune de deux dents chitineuses correspondant les unes aux autres; pharynx musculeux, épais, pyramidal, commençant après l'extrémité céphalique; œsophage court, contenu entre deux organes glandulaires; estomac piriforme, pourvu à son milieu d'un appareil concasseur en forme de Y, intestin long, dilaté à ses deux extrémités, poussé latéralement par l'appareil sexuel; anus à la base de la queue, ayant la forme d'une papille proéminente.

Mâle à peu près d'un tiers plus petit que la femelle, corps cylindrique légèrement aminci en avant, très aminci à la partie supérieure; testicule blanc brillant, homogène antérieurement et cellulaire postérieurement, occupant une grande partie de la cavité du corps; spicule double, chitineux court, fasciculé, courbé en avant, fermé jusqu'à la maturité de la cuticule marginale du ver.

En général les mâles mûrissent plus tôt; quoiqu'on ne les voie pas toujours propres à l'accouplement dès leur sortie de la capsule : ils ont cependant toujours un volume à peu près égal à celui du ver parfait et leur testicule tubulaire parfaitement dé-

veloppé. Ainsi, tandis que la proéminence et le point ou se développera le double membre sont très distincts, on ne voit

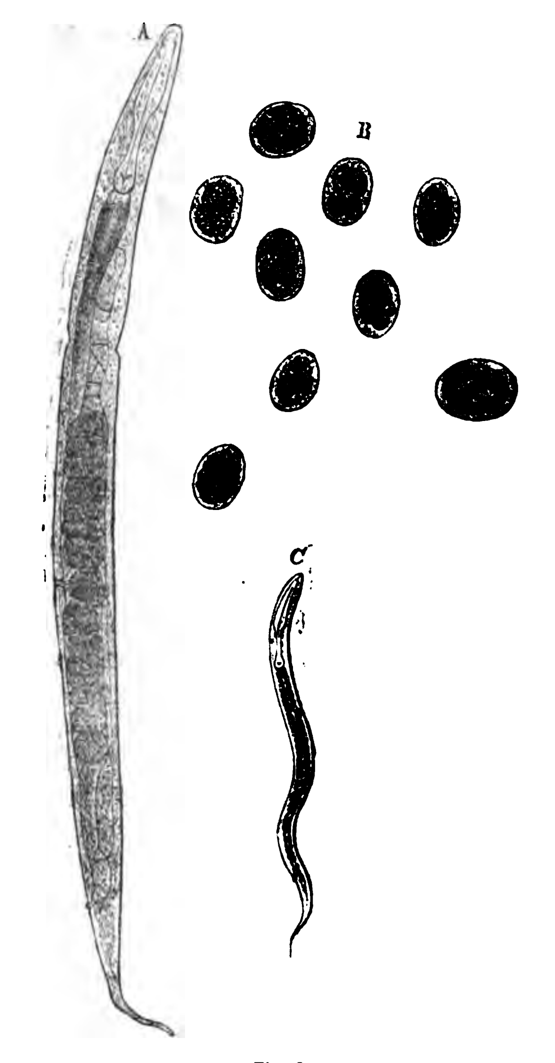


Fig. 2.
A. — Femelle mûre. — B. Œufs à divers degrés de segmentation et de développement embryonnaire. — C. Larve à peine mûre.

que l'initiation et les rudiments de celui-ci. On trouve, dans le champ du microscope, les capsules remplies de petits corps particuliers, qui les font paraître d'une couleur jaune bru-

nâtre, à grains fins, reproduisant la forme de la larve (mais sans sa partie antérieure) sur laquelle une matière granuleuse et brunâtre forme saillie. On voit quelques Anguillules à sexe distinct portant encore les capsules à la partie postérieure de leur corps, ce qui prouve que la rupture se fait antérieurement et que la larve mûre, à sexe distinct et à appareil génital très développé, s'en dégage d'ordinaire en sortant par le devant. Les femelles les moins développées avaient la longueur de $0^{mm}460$ et la grosseur de $0^{mm}024$.

Après 21 heure 1/2 d'incubation, on trouva des mâles mûrs avec la glande séminale développée et le double membre formé complètement. Ils étaient doués d'une très grande vivacité.

Les femelles se présentaient avec l'ovaire plus développé mais on n'y voyait pas encore des œufs. Après 24 heures d'incubation les femelles étaient mûres avec 3-4 œufs, segmentés ou non, dans les tubes utérins et près de la vulve; elles avaient en moyenne 3-4 œufs chacune. Après 24-30 heures d'incubation les mâles et les femelles se trouvent déjà à un degré différent de maturité, et on voit commencer les accouplements, l'évacuation des œufs à des degrés différents de segmentation ou avec l'embryon déjà formé et la naissance des jeunes larves rhabditiformes. Celle ci continue pendant deux jours à peu près, après lesquels d'ordinaire les Anguillules mûres semblent mourir. Chaque femelle produit 30-40 petites Anguillules ou œufs à différents points de segmentation et de développement embryonnaire. De quelque manière qu'on la cultive, la nouvelle génération n'arrive plus à l'état de ver parfait hors de notre corps. Les larves *Rhabditiformes* parcourent la première période de vie à l'état libre; elles forment ensuite leur capsule et elles attendent de pouvoir arriver dans un terrain favorable pour prendre des formes parfaites. Enfermées dans leurs capsules, très vivaces dans les eaux, très petites et douées d'une grande ténacité de vie, elles constituent les éléments de la contagion et la pépinière du parasitisme causé par l'*Anguillula stercoralis* dans l'organisme humain.

§ 3. — Remarques zoologiques.

Mais cet helminte est-il vraiment une *Anguillula*, ou bien, comme le prétendit Bavay, un *Rhabditis?* n'appartient-il pas

plutôt à un autre groupe et à un autre genre de Némathelminthes? ou bien encore ne doit-il pas être regardé comme un genre et une espèce à part?

Il a des points de contact avec les *Anguillulæ* de *Ehrenberg*, avec les *Rhabditis* et les *Leptoderæ* de *Dujardin*, avec les *Peloderæ* et le *Leptoderæ* de *Schneider*, bref, avec les genres *Tylenchus*, *Rhabditis* et *Anguillula* de la famille *Anguillulides* de *Claus*; mais il s'en éloigne par des caractères zoologiques spéciaux, comme il s'éloigne également des genres *Ascaris*, *Eustrongylus*, *Filaria*, *Oxyuris*, et des autres genres de Némathelminthes.

L'*Anguillula (Rhabditis)* dite *stercoralis* de Bavay est une Anguillule de Ehrenberg par le simple fait de la présence de son spicule double. Ce n'est pas une *Rhabditis* de Dujardin (1) parce que son tégument est légèrement strié transversalement, sa bouche porte quatre dents chitineuses dont deux supérieures et deux inférieures, correspondant les unes aux autres comme dans la figure. Elle ne pourrait pas enfin être regardée comme apparte-

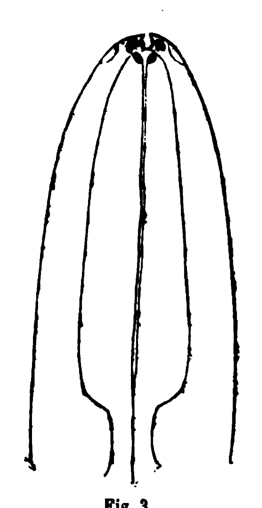


Fig. 3.
Tête et portion antérieure du corps.

nant au genre *Leptodera* (Dujardin) à cause de la forme de sa tête, de son cou épais, enfin de sa queue qui n'est jamais très longue, etc.

(1) Dujardin. « Histoire naturelle des Helminthes ou vers intestinaux. » Paris 1845.

Si on considère notre parasite d'après les classifications d'auteurs plus récents, on trouve pareillement qu'il constitue une espèce et un genre nouveau. Il ne peut être compris dans le genre *Pelodera* de Schneider (1) parce que on ne trouve pas les lèvres et la bourse de la queue chez le mâle, ce qui est une donnée presque constante chez ce genre; et on ne peut le placer dans le genre *Leptodera* du même auteur malgré beaucoup de caractères de ressemblance, parce que dans aucune espèce de Leptodoræ, ni même dans sa partie générale, Schneider ne parle de dents comme caractère zoologique de ce genre ou de quelque espèce lui appartenant.

Si l'on veut s'en tenir à un auteur plus récent, Charles Claus (2), on voit bientôt que, tandis que notre helminthe pourrait être compris dans la famille des *Anguillulidés* il s'éloigne de tous ces genres. En effet, il s'éloigne du genre *Tylenchus* de Bastian, correspondant au genre *Anguillula* de Schneider, parce que les espèces ont toutes la bouche petite, armée d'un aiguillon petit et toujours solide, la vulve à la partie postérieure du corps près de l'anus. Outre celà, les Anguillules décrites jusqu'à aujourd'hui sont toutes parasites des végétaux. Il est bien vrai que, d'après Leuckart, notre helminthe ne constituerait qu'une forme de Némathelminthes dont les individus se trouvent accidentellement à vivre comme parasites (3), puisqu'ils se nourrissent d'ordinaire plutôt de matières organiques en putréfaction hors de l'organisme animal; mais l'histoire de son développement et de ses habitudes nous prouve qu'il est un véritable parasite de l'homme. On ne peut pas, enfin, le comprendre dans le genre *Rhabditis* de *Dujardin*, divisé par *Schneider* en genres *Leptodera* et *Pelodera*, en vertu des raisons exposées plus haut. Il n'est pas un *Diplogaster* parce qu'il est dépourvu de lèvres et la queue du mâle est différente de celle de la femelle. Il ne peut pas non plus être considéré comme une espèce d'Anguillula puisque certains caractères zoologiques de ce genre de *Claus* se confondent avec ceux que *Schneider* a assigné au genre *Leptodera*.

Les caractères de l'espèce, que j'ai étudiée sur des milliers

(1) A. Schneider « Monographie des Nématoden » Berlin, 1866.
(2) Carl Claus « Grundzüge der Zoologie. » Marbourg, 1879.
(3) R. Leuckart, « Die Parasiten des Menschen. » 2 Aufl. 1880, p. 63.

d'exemplaires, serviront encore à faire distinguer notre parasite de ceux des autres groupes, genres et espèces de Némathelminthes.

Toutes ces raisons me font penser que, non seulement je suis autorisé à en former un genre nouveau, — le genre *Pseudo-Rhabditis* — mais que c'est mon devoir d'en agir ainsi, afin de caractériser un helminthe qui a beaucoup de points de contact avec les *Rhabditis*, tandis que d'un autre côté, il diffère essentiellement de celles-ci par le cycle de son développement et parce qu'il est un véritable helminthe de l'homme. De là le nom de l'espèce *Pseudo-Rhabditis* (Bavay) générique tiré de celui que je lui ai donné.

Genre *Pseudo-Rhabditis*. Mihi. — Vers très petits, à tégument légèrement strié ou presque lisse; bouche orbiculaire pourvue de deux mâchoires latérales; pharynx musculeux, épais, pyramidal; œsophage court; estomac piriforme, armé intérieurement d'un appareil concasseur à forme de Y; intes-



tin brunâtre, long, dilaté aux deux extrémités, et rubané dans la partie moyenne.

Mâle, à corps cylindrique légèrement aminci sur le devant; queue préhensile, courte, à pointe aiguë, se roulant d'ordi-

naire sur elle-même du côté de l'anus; huit papilles latérales post-péniennes, pas toujours visibles; spicule double, fascicule, soutenu postérieurement par une pièce chitineuse subsidiaire.

Femelle, fusiforme, plus amincie à sa partie postérieure; de médiocre longueur seulement, pas très aiguë, ondulée vers sa pointe; vulve du côté de l'anus, à peu près au milieu du corps; ovaire très développé, recourbé postérieurement.

Le mâle s'éloigne des femelles en montrant une vivacité très grande, pour aller en féconder d'autres après un laps de temps très difficile à déterminer, mais qui doit très probablement être fort court. Immédiatement après l'accouplement, les œufs se segmentent (fig. 2. B) et ils développent les embryons d'une manière rapide.

Les femelles sont ovipares, ovivipares, c'est-à-dire qu'elles émettent des œufs qui se trouvent à différents degrés de segmentation ou développement embryonnaire jusqu'à la maturité complète de l'embryon encore enfermé dans sa coque ou bien déjà éclos dans l'utérus de la mère; de sorte qu'elles donnent naissance à un nombre plus ou moins grand de petits vers qu'on a déjà vu dans les tubes utérins doués de plus ou moins de vivacité. Les œufs évacués par les femelles sont ovoïdes, leur plus grand diamètre longitudinal est de $0^{mm}40$ et le transversal de $0^{mm}24$ à $0^{mm}28$. La coque en est toujours très mince, transparente comme un voile et elle cède à la pression produite différentes manières par les mouvements de l'embryon. Si celui-ci n'est pas encore tout-à-fait développé il n'est pas doué de mouvements bien vifs, même lorsqu'on le maintient à une chaleur de 35 à 36° c. Si au contraire il a atteint son organisation complète, à 15° il a déjà des mouvements d'une grande vivacité.

Mesures prises sur un mâle et une femelle mûrs, avec l'oculaire 2 et l'objectif 4 du microscope de Hartnack et Pratzmowski, le tube tirés complètement.

a. Mâle parfaitement mûr; dimension typique.

Longueur totale, $0^{mm}680$.

Plus grand diamètre transversal, $0^{mm}034$.

Distance de la tête aux spicules, $0^{mm}600$; distance de la racine des spicules à la pointe de la queue, $0^{mm}080$; distance de

la tête à la limite inférieure de la première dilatation pharyngienne, $0^{mm}056$.

Longueur du rétrécissement pharyngien (œsophage), $0^{mm}021$; longueur de la deuxième dilatation (estomac), $0^{mm}016$; longueur du double spicule, $0^{mm}025$.

La queue est toujours courbée en arc du côté des spicules et elle finit par une pointe très aiguë.

b) *Femelle* contenant une trentaine d'œufs à différents degrés de développement, plus 12 œufs renfermant des embryons presque mûrs :

Longueur totale, $0^{mm}950$.

Plus grand diamètre au-devant de la vulve, $0^{mm}052$; plus grand diamètre en arrière de la vulve, $0^{mm}048$.

Longueur de la première dilatation pharyngienne $0^{mm}064$; longueur du rétrécissement pharyngien (œsophage) $0^{mm}030$; longueur de la deuxième dilatation pharyngienne (estomac), $0^{mm}022$.

Distance de la tête à la vulve $0^{mm}472$; distance de la vulve à la pointe de la queue, 0^{mm} 478, distance de la papille de l'anus à la pointe de la queue, $0^{mm}080$.

Il résulte des observations de MM. Normand et Bavay que la *Pseudo-rhabditis stercoralis* vit et se multiplie dans tout l'intestin de l'homme. Il me semble, de plus, que les embryons enfantés vivants dans l'intestin peuvent atteindre très vite l'état de vers parfaits; les embryons encore enfermés dans les œufs éclosent en très peu de temps et les œufs émis à divers degrés de segmentation mûrissent et éclosent aussi dans l'intestin. De là le fait de l'absence constante des œufs dans les excréments récemment évacués. On élimine continuellement parmi ceux-ci des larves à des degrés de développement différents, avec le rudiment génital plus ou moins prononcé et plus ou moins distinct.

Il est très probable que les embryons enfantés vivants dans l'intestin atteignent la période de vie libre, sexuellement mûre, sans en sortir avec les excréments; les embryons qui sortent des œufs en plus ou moins de temps sont très probablement destinés à sortir de l'intestin pour la conservation et la diffusion de l'espèce. De la même manière, les œufs qui sont émis avec l'embryon parfaitement développé sont probablement

destinés à former les larves qui, sorties avec les excréments, peuvent atteindre la phase de la vie mûre dans les cultures ; les œufs émis à différents degrés de segmentation éclosent dans l'intestin, ils produisent les larves qu'on trouve dans les excréments à un degré de développement moins avancé, qui n'atteignent pas l'état de vie mûre quelle que soit la manière dont on les cultive, et qui se bornent à la formation de la capsule, comme les larves de l'*Anchylostoma* de l'*Anguillula intestinalis* et celles de la première génération de *Pseudo-rhabditis* hors de l'organe humain.

La manière dont la capsule se forme et la décomposition granuleuse à laquelle le kyste est sujet, expliqueraient ce fait, qu'on ne trouve jamais les dépouilles des capsules parmi les excréments récemment évacués.

Les femelles mûres enfantent souvent des vers vivants qui ont déjà des mouvements plus ou moins vifs dans l'utérus. En général elles contiennent 9-10-12 embryons mûrs éclos ou bien enfermés encore dans leurs coques respectives, et vingt œufs ou davantage. Le nombre d'œufs ou d'embryons est en moyenne de 30 et rarement il dépasse 40.

Il m'est arrivé de trouver une femelle morte, dont il ne restait autre chose que la cuticule, formant une espèce de sac rempli d'embryons qui en avaient dévoré les viscères. Ils étaient plus de 20, et ils parcouraient en serpentant la cavité du corps de la mère dépouillé de tous les viscères, quelques-uns se dirigeant en avant et arrivant jusqu'à la région céphalique de la dépouille maternelle, d'autres arrivant à la queue et s'efforçant de sortir par sa pointe.

Les petites larves rhabditiformes à peine enfantées, se montrent très agiles, de la longueur de $0^{mm}200$ et de la grosseur de $0^{mm}010$; elles ont beaucoup d'analogie, quant à leur forme et à leur vivacité, avec celles qui naissent de l'*Anguillula intestinalis* de *Bavay*. Leur appareil pharyngien est pourtant moins distinct, elles ont l'œsophage et l'estomac plus long, et leur rudiment génital est aussi moins distinct.

Lorsqu'on les cultive, leur de développement est rapide et elles arrivent en moins d'un jour à la plus grande longueur de $0^{mm}465$ et au diamètre maximum de $0^{mm}016$. Mais lorsque elles ont atteint une longueur de $0^{mm}320$ à $0^{mm}350$, la

Je voulus répéter des expériences avec des matières médicamenteuses efficaces dans le traitement des anémiques par helminthiase provenant du Mont Saint-Gothard. Je pus ainsi confirmer que dans l'acide phénique dissous dans l'eau dans la proportion de 1 p. 100, même les larves mûres meurent en 4 à 5 minutes; dans la solution au 3 p. 100, elles meurent d'ordinaire en 1 à 2 minutes et ne résistent jamais jusqu'à 3; dans les solutions plus concentrées, elles meurent à l'instant ou en moins d'une minute.

Dans l'acide thymique dissous dans la proportion de 1/2 p. 100, les larves mûres meurent dans un laps de temps plus petit que 5-8'; dans l'alcool éthylique à 36°, en moins de cinq'; dans l'extrait éthéré de fougère mâle également en moins de 5'.

L'acide phénique fut déjà expérimenté avec succès par le docteur A. Normand. Il dit en effet, dans son bel ouvrage (1), que, par l'administration de cet acide pendant plusieurs jours de suite à la dose de 80 centigrammes à 1 gramme, il vit diminuer les Anguillules, dans certains cas, au point qu'il était difficile d'en trouver parmi les déjections. Cependant il avoue (p. 70) de ne pouvoir plus attribuer à ce médicament une importance bien considérable. Il est pourtant probable qu'une méthode clinique parfaite donnera à l'acide phénique la place qui lui est due parmi les anthelmintiques.

L'observation clinique m'a démontré, au contraire, que l'extrait éthéré de fougère mâle, administré à doses hautes et répétées, constitue un excellent anthelmintique pour tuer et expulser les Anchylostomes aussi bien que les Anguillules intestinales et le Pseudo-rhabditis stercorales, et détruire ainsi radicalement autant de causes d'anémie dans les régions chaudes et humides.

Quant à la méthode que j'ai suivie dans l'administration de l'extrait éthéré de fougère mâle, après avoir fait les comparaisons voulues, je dois déclarer que la meilleure m'a semblé de l'unir à la teinture alcoolique de la même substance. Dans celle-ci, l'extrait éthéré perd ses propriétés brûlantes et dégoûtantes, et on le supporte mieux. La veille du traitement, il faut donner

(1) A. Normand. *Mémoire sur la diarrhée dite de Cochinchine.* Paris, 1877, p. 67 et 70.

un bon purgatif afin de débarrasser l'intestin des matières qui l'encombrent. On doit administrer le médicament de préférence le matin à jeun, et répéter cette administration jusqu'à ce que les larves aient disparu des excréments. Voici les formules qui m'ont donné de très bons résultats :

1° Extrait de fougère mâle, 2 grammes, dans 50-100 grammes de teinture alcoolique de fougère, à prendre pendant plusieurs jours de suite jusqu'à la disparition des œufs et des larves ;

2° Extrait éthéré de fougère mâle, 15, 20, 25, 30 grammes, dans 100 à 120-200 grammes de teinture de fougère, et administré en une, deux ou trois fois dans la même matinée, selon le degré de tolérance du malade. A répéter jusqu'à la disparition absolue de l'helminthiase.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXIX.

Fig. 1, 2 et 3. — Portion antérieure du corps du *Pseudo-rhabditis-Stercoralis* (Bavaye) Perroncito montrant la forme de la bouche et la disposition des dents selon l'état d'extension et de retrait de la bouche même.

Fig. 4. — Larve venant d'être rendue avec les matières fécales, à une période peu avancée du développement.

Fig. 5. — Portion de larve montrant comment a lieu l'apparition de l'organe génital.

Fig. 6 et 7. — Larves enkystées de la 1re génération mises en liberté.

Fig. 8. — Femelle près d'arriver à l'état pubère, venant d'abandonner son kyste.

NOTE SUR LES LÉSIONS OBSERVÉES DANS UN CAS

DE

PURPURA HÉMORRHAGICA

Par G. VARIOT
Interne des Hôpitaux,
Préparateur des Travaux d'histologie à la Faculté de médecine.

(PLANCHE XXX).

La rareté relative des documents sur ce sujet, la coexistence avec le purpuro cutané, de foyers sanguins extrêmement nombreux occupant tout le foie, la difficulté d'interprétation de ces altérations hépatiques, m'ont déterminé à donner un rapport succint de mes observations.

Voici l'histoire clinique du malade sur lequel les pièces ont été recueillies.

Le nommé S..., âgé de 36 ans, garçon de café, entre à la Charité, le 20 mai 1881, salle Saint-Ferdinand, n° 9.

Ses antécédents pathologiques personnels ou de famille ne présentent pas d'importance. Depuis deux ans il a commencé de tousser et de s'amaigrir. Il y a un an environ, sa femme, jeune encore fut frappée d'une hémiplégie pour laquelle elle est encore dans notre service; il en ressentit un violent chagrin.

Dans le commencement de 1881 il fut obligé de travailler à la cuisine dans un sous-sol humide et froid, sa toux devint beaucoup plus pénible, s'accompagna d'expectoration; malgré ce rhume, comme il l'appelle, il continue néanmoins ses occupations jusqu'à la fin de mai 1881.

A cette époque, après une violente quinte de toux, il rend un verre de sang à peu près; il entre immédiatement à l'hôpital.

Cet homme est amaigri et cachectique, la voix est un peu rauque, la respiration est pénible, la toux fréquente et quinteuse.

L'expectoration se compose de crachats purulents, nummulaires avec quelques stries sanguinolentes.

La température n'est pas élevée le matin, mais dans l'après-midi le malade est pris de frissons et dans la nuit il est baigné de sueurs profuses.

Un peu d'œdème des deux membres inférieurs, pas d'albumine dans les urines.

L'examen des poumons indique :

1° A la percussion en avant et au sommet gauche, de la submatité, à droite du bruit de pot fêlé.

2° A l'auscultation, à gauche des craquements humides et de la respiration soufflante, à droite du souffle cavitaire et des gargouillements provoqués par la toux.

En arrière mêmes signes, moins accentués.

Rien de particulier dans les autres organes.

3 juin. — Nouvelle hémoptysie. Il remplit son crachoir de sang spumeux; température, 39°.

5 juin. — Quelques crachats sanglants, la dyspnée est très intense.

10. juin. — Crachats purulents striés de sang noir; l'œdème des jambes est devenu considérable; pas de douleurs sur le trajet des veines crurales ni au niveau des mollets; dans les urines, quantité d'albumine très appréciable par la chaleur et l'acide nitrique.

14 juin. — Le malade nous signale des taches qui ont apparu à la face interne de ses cuisses pendant la nuit précédente, ces taches discrètes, d'un rouge vif, se présentent soit sous forme de pointillé, soit avec les dimensions d'une lentille; la peau de la face antérieure et interne des cuisses est bigarrée comme la coquille des œufs de certains oiseaux.

Le lendemain et les jours suivants, l'éruption purpurine fait des progrès très rapides; elle gagne la face postérieure des cuisses et les fesses et en même temps qu'elle descend aux mollets, elle remonte sur la paroi abdominale jusqu'à l'ombilic; du jour au lendemain on voit la confluence des taches augmenter ainsi que leur étendue; les plus larges ont la dimension d'une pièce de 50 centimes à 1 franc, elles occupent généralement les parties qui ont été le siège des premières ecchymoses.

Les urines sont très albumineuses.

Du 14 au 17 juin, à plusieurs reprises, le malade a eu des hémoptysies, il a certainement rempli plusieurs crachoirs de sang; la veille de sa mort nous le trouvâmes suffoquant et râlant avec les bronches remplies de sang; cependant il ne succomba que le lendemain.

Le sang a été examiné deux jours avant sa mort avec l'hématimètre d'Hayem; quantité de leucocytes à peine augmentée; globules rouges 3,500,000 par millimètre cube.

Autopsie. — On trouve dans les poumons plus spécialement dans le droit des lésions de tuberculose très avancées; une grande caverne contient encore du sang.

Le cœur est petit; pas de caillot dans le cœur gauche, dans l'oreillette droite sang noir avec des grumeaux de fibrine molasse.

Les reins, ni les autres organes ne présentent pas d'ecchymoses. — Un peu d'ascite dans la cavité abdominale. Le foie n'est pas augmenté de volume. A la coupe dans toute son étendue et sa profondeur on y voit des foyers sanguins très irrégulièrement disséminés, la plupart de ces foyers ont les dimensions d'un grain de blé ou d'une petite lentille. On est étonné du nombre de ces petites hémorrhagies : pour en donner une idée, il suffira de dire, que sur une coupe, c'est à peine si la substance hépatique en est dépourvue dans l'étendue d'un centimètre carré; l'intervalle de parenchyme sain qui sépare toutes ces ecchymoses est cependant supérieur à leur surface. Aucun ordre appréciable dans la répartition de ces foyers hémorrhagiques, les uns occupent toute l'étendue d'un lobule, d'autres seulement une portion etc...

Au-dessous de la capsule de Glisson on remarque quelques tubercules sur la face convexe du foie.

Des lambeaux de peau enlevés quelques heures après la mort ont été placés immédiatement dans l'alcool absolu ou dans la liqueur de Muller. Un fragment de foie a été plongé dans l'alcool ordinaire à 90°.

Examen microscopique. — (1re Plan). Nous nous étendrons peu sur les lésions cutanées dont la description a été faite assez souvent, notamment par M. Cornil (1). Cependant l'épanche-

(1) *Sur l'Histologie des ecchymoses, des bulles de pemphygus et des plaques gangréneuses,* par le Dr Cornil. Mémoires de la société médicale des Hôpitaux de Paris, 1879.

ment sanguin étant tout récent, ne datant que de quatre à cinq jours, nous ne devons pas négliger cette occasion de donner la topographie exacte des foyers ecchymotiques à ce moment et d'observer l'état des éléments extravasés.

Sur une coupe perpendiculaire à la surface de la peau (fig. 1), (Ocul. 1, obj. 2, Verick), on constate :

1° Que l'épiderme dans toute son épaisseur est *intact*.

2° Une ponctuation foncée, irrégulière, correspondant aux globules extravasés, occupant surtout la partie du chorion confinant aux papilles et empiétant même sur la substance des papilles. Ces traînées suivent à peu de chose près le trajet général du réseau capillaire sanguin d'où se détachent les anses vasculaires destinées aux papilles.

Sur une coupe colorée avec le violet de méthylaniline (réactif de Cornil), on distingue en outre, au milieu de ces foyers de globules, quelques tractus d'un rouge clair, paraissant répondre à des capillaires masqués du reste en grande partie par les hématies : ailleurs quelques vaisseaux distendus sans extravasation dans le voisinage.

Dans l'épaisseur du derme et plus profondément on aperçoit encore quelques accumulations de globules rouges jusques auprès des glomérules des glandes sudoripares. Celles-ci, de même que les glandes sébacées sont indemnes. On pourra se faire une idée assez exacte de l'irrégularité de la diffusion des éléments du sang dans le derme, en jetant un regard sur notre figure n° 1.

A un plus fort grossissement (Ocul. 1, obj. 8, Hertnack), il est facile de suivre le trajet des hématies après leur sortie des vaisseaux et de noter leurs rapports avec les différentes parties constituantes de la peau.

Le plus grand nombre des globules ont conservé leur forme et leur volume normal.

Au-dessous des papilles, là où l'épanchement est le plus abondant et, par ce fait même, les faisceaux de tissu fibreux ont été écartés, la matière amorphe a disparu et on voit à peine quelques fibres élastiques qui passent entre les globules.

Dans les papilles on peut dire que les globules ont cheminé dans la matière amorphe qui entre pour une bonne part dans

la constitution du corps papillaire. Les hématies un peu plus abondantes, en général, à la base des papilles, se répartissent très irrégulièrement dans leur épaisseur. Je ne suis pas parvenu à distinguer les anses vasculaires normales. Au fur et à mesure qu'on approche de la première rangée de cellules du corps muqueux, les globules sanguins deviennent plus rares; je n'en ai vu aucun s'y engager, mais quelques-uns s'en rapprochent beaucoup (fig. 2) : nulle part la couche basilaire de l'épithélium n'est décollée.

Plus profondément les rangées et les amas de globules s'insinuent entre les faisceaux de tissu fibreux, au voisinage des faisceaux de fibres lisses. A la périphérie d'une glande sudoripare j'ai constaté une extravasation s'avançant un peu entre les tubes sectionnés ; le reste de la glande était normal.

Dans quelques endroits on retrouve des hématies très clairsemées jusque dans le pannicule adipeux.

Lésions hépatiques. — Nous avons déjà mentionné qu'une coupe du foie, portant sur une portion quelconque de l'organe, examinée à l'œil nu, présentait une quantité de foyers hémorrhagiques dont la dimension variait d'une tête d'épingle à celle d'une petite lentille (1).

Un petit fragment, après 5 ou 6 jours de *macération dans l'alcool ordinaire à* 90°, a été gommé puis soumis à des coupes d'après les procédés ordinaires.

Sur des coupes colorées au picro-carmin, tout ce qui est foyer hématique offre une teinte beaucoup plus claire que la substance hépatique interposée.

A un faible grossissement (ocul. 1, obj. 2 Verick.), on voit que les îlots sanguins sont répartis sans aucun ordre ; il est impossible de leur assigner une topographie exacte relativement aux lobules hépatiques ; tantôt ils occupent une portion seulement de ceux-ci, tantôt la presque totalité jusqu'auprès de la veine centrale ; le plus souvent ils sont comme à cheval sur deux ou trois lobules contigus.

On peut remarquer en outre que les foyers sanguins aperce-

(1) Nous ne voyons aucune explication plausible de cette localisation dans le foie de l'extravasation purpurique, déjà mentionnée par plusieurs auteurs. La même difficulté se représente pour interpréter la fréquence si caractéristique de ces mêmes foyers hémorrhagiques dans l'épaisseur de la peau.

vables à l'œil nu, sont décomposés en plusieurs îlots secondaires incomplètement séparés les uns des autres en général par des bandelettes minces constituées par des cellules hépatiques ; il me paraît inutile, à cause de leur variété de donner les dimensions exactes d'un où plusieurs de ces épanchements, parce que ces dimensions ne seraient pas applicables aux autres.

Le contour des foyers hématiques est des plus anfractueux et leur ligne de démarcation n'est pas nette : tout à fait à leur périphérie, il y a comme un mélange de grosses cellules du foie et de globules rouges ; ceux-ci écartant celles-là (1).

Outre les bandelettes de cellules hépatiques qui cloisonnent pour ainsi dire, les épanchements, on distingue à leur centre, un grand nombre de tractus très colorés s'entrecroisant, où circonscrivant des espaces arrondis, formant un réseau de mailles notablement plus larges que celles constituées par le réseau capillaire intercellulaire normal. Quelques-uns de ces tractus foncés sont plus minces. Tous prennent naissance soit dans la substance hépatique circonscrivant le foyer, soit sur les bandelettes de cellules incluses dans ces derniers. Toutes les mailles de ce réticulum sont remplies par des globules rouges pressés les uns contre les autres.

A un plus fort grossissement (ocul. 1, obj. 8, Hartnack), ces détails deviennent extrêmement nets.

A la périphérie, les hématies décolorées s'insinuent entre les grosses cellules hépatiques ; parfois même on les voit former en dehors du grand foyer de petits extravasats indépendants.

Outre les globules remplissant complètement le réticulum, il existe le long des trabécules centrales quelques cellules hépatiques facilement reconnaissables, bien que la plupart soient plus petites, atrophiées en quelque sorte par la compression sanguine.

Les autres cellules qui étaient situées entre les capillaires ont-elles disparu par atrophie où ont-elles été refoulées par écartement ? Nous penchons de préférence vers cette seconde hypothèse.

L'interprétation qu'il convient de donner de ces tractus sé-

(1) Nulle part nous n'avons rencontré de dégénérescence graisseuse des cellules hépatiques interposées, fait qui mérite l'attention chez les tuberculeux.

parant les hématies, n'est pas sans quelque difficulté. Il s'en faut de beaucoup que la forme du réseau ainsi délimité, comme nous l'avons dit plus haut, rappelle exactement le réseau des capillaires radiés. En outre ces tractus n'offrent pas tous les mêmes dimensions ; il en est d'assez épais qui rappellent l'aspect des capillaires, malgré l'amplitude de l'espace qui les sépare, amplitude qui doit être rapportée probablement à une sorte de pression excentrique exercée par les globules après leur sortie ; mais il est d'autres tractus plus minces, plus transparents, croisant les premiers et se résolvant en fibrilles dans les points dépourvus de globules ; ceux-ci nous paraissent constitués par de la fibrine.

Les coupes colorées avec le violet de méthylaniline (réactif de Cornil), nous ont donné des résultats assez inattendus qui ont pu nous faire croire un instant à une altération amyloïde du foie ; en voyant les choses de plus près, et en nous aidant des conseils de personnes autorisées, nous avons reconnu qu'il n'en était rien, et que le réactif destiné à déceler la matière amyloïde, nous avait induit en erreur.

Les coupes du foie, colorées par ce procédé, examinées à l'œil nu, par transparence, ont une teinte rougeâtre au niveau des foyers sanguins, le reste de la substance du foie étant demeurée violette.

Bien plus, à un faible grossissement, toutes les trabécules que nous venons de décrire dans l'épanchement sanguin et que nous regardons comme des capillaires ou comme de la fibrine, ont une coloration rougeâtre tandis que les hématies interposées sont sensiblement bleues (1).

Que conclure de là, sinon que les capillaires sont affectés de dégénérescence amyloïde et que les extravasats sanguins sont vraisemblablement dus à cette altération?

Mais, avant toute coloration, une coupe examinée attentivement, montre que les tractus de toutes dimensions qui sillonnent le foyer sanguin, ont déjà une coloration jaune rougeâtre, un peu plus foncée que les hématies, qui paraissent

(1) Tout le monde a pu remarquer les variétés de teintes données par les couleurs d'aniline, par le violet spécialement, suivant qu'on examine les préparations qu'elles fournissent à la lumière blanche, à la lumière bleue, forte, faible, etc. Dans ce cas particulier, la lumière blanche accentuait les différences de teintes.

avoir perdu en grande partie leur matière colorante et être réduites à leur stroma.

L'explication qu'il convient de donner de cette décoloration relative, devient facile si l'on a égard au liquide dans lequel la pièce a été conservée. Ce liquide était de l'alcool ordinaire à 90°, c'est-à-dire hydraté dans une certaine mesure ; cette hydratation n'a fait que s'accroître pendant la macération.

Or, si l'alcool absolu ne dissout pas la matière colorante du sang, et par suite, jouit de la propriété de fixer les hématies ; il n'en est pas de même de l'eau où de l'alcool hydraté. Les globules, après un court séjour cèdent à ce liquide leur hématosine, se gonflent rapidement et se décolorent. Dans notre cas particulier, ces phénomènes ont peut-être été exagérés à cause d'une altération des globules, dont les principes immédiats constituants auraient été dans un état d'instabilité plus grande.

Quoiqu'il en soit, cette matière colorante dissoute par l'eau s'est portée sur les tractus et les trabécules des foyers sanguins, les a imprégnés et a donné la teinte un peu foncée que nous avons indiquée.

La coloration rouge des tractus tranchant sur la coloration violette de la préparation, après addition du violet de méthylaniline, doit être rapportée simplement à une superposition des deux teintes, l'une jaune rougeâtre préexistante, l'autre violette et due au réactif ; là où la superposition n'existe pas, le violet l'emporte.

Ainsi cette apparence d'une altération amyloïde des capillaires hépatiques n'a rien de fondé ; il y a là une imperfection du réactif dont il est bon de tenir compte (1).

Dans la peau, j'ai signalé au milieu des extravasats, sur des coupes traitées par le violet, quelques traînées rougeâtres claires ; ce sont des capillaires imprégnés, comme dans le foie, par l'hématosine.

Nous avons observé à ce point de vue des caillots de phlegmatia alba dolens datant de huit à quinze jours, conservés dans l'alcool ordinaire (2) nous avons constaté que les tractus fibrineux qui forment la charpente du caillot prennent, après coloration

(1) Dans le doute, la réaction iodo-sulfurique pour déceler l'amyloïde, est bien autrement fidèle.

(2) J'ai dû ces pièces à l'obligeance de mon excellent maître M. Damaschino.

par le violet de méthylaniline, une teinte rouge claire se détachant sur le ton violet général. Cette coloration est manifestement due à une imprégnation de la fibrine par la matière colorante des globules gris, qui s'est dissoute par le fait de la macération dans l'alcool hydraté.

Sur des caillots frais obtenus par le battage, nous avons obtenu les mêmes variétés de nuance avec le violet, dans tous les points colorés antérieurement en jaune rougeâtre par l'hématosine (1).

Nous sommes donc en droit de rejeter toute espèce d'altération amyloïde ou autre appréciable par nos moyens d'investigation des capillaires hépatiques et cutanés, et de placer dans des changements survenus dans la composition ou dans la proportion des principes immédiats du sang la cause de ces épanchements sanguins spontanés.

En l'absence d'une analyse chimique rigoureuse du sang, que nous n'avons pas faite, il ne nous appartient pas d'agiter ici les diverses hypothèses pathogéniques qu'on a pu émettre sur cette singulière affection.

L'état de chexaxie avancée du malade qui a fait l'objet de ces observations, par suite des lésions tuberculeuses anciennes, des hémorrhagies broncho-pulmonaires récentes, l'œdème précoce des membres inférieurs, permettent de présumer dans le sang des altérations qui ne seraient pas sans analogie avec celles du scorbut.

Du reste, en se rattachant à cette idée, on ne fait que reculer la difficulté, car on connaît quelles incertitudes règnent encore sur ce point, malgré des analyses assez nombreuses de Becquerel et Rodier, Andral, Chalvet, Garrod, etc., analyses qui sont parfois contradictoires.

Les seuls faits positifs qu'il convient de retenir de ces recherches, au point de vue de la composition du sang, sont :

1° Un abaissement relatif du nombre des globules sanguins, sans changement de forme, ni de volume, ni de coloration, 3,500,000, d'après notre numération faite pendant la vie ;

2° La présence dans les extravasats sanguins d'une quantité

(1) Quelques coupes sur les autres organes, notamment sur le rein, ont été pratiquées ; elles n'ont pas montré d'épanchements ayant échappé à l'œil nu.

de fibrine assez abondante, se présentant dans les foyers hépatiques sous forme de tractus irrégulièrement entrecroisés avec les capillaires.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXX.

Fig. 1. (Ocul. 1 obj. 2 Verick..)

Coupe de peau.

1. Épiderme avec ses diverses couches intactes.
2, 2 Pointillé indiquant la topographie des épanchements hémorrhagiques dans l'épaisseur du derme.
3, 3. Faisceaux de fibres lisses.
4, 4. Vaisseaux distandus par les globules rouges.

Fig. 2. (Ocul. 1 obj. 8 (Hartnack.)

1. Épiderme.
2, 2. Globules rouges disséminés irrégulièrement dans l'épaisseur des papilles et du derme. Aucun globule n'atteint les couches profondes du corps muqueux.
3. Globules rouges pressés dessinant le trajet d'un capillaire.

Fig. 3. (Ocul. 1 obj. 2 Verick.)

Coupe d'un foyer hémorrhagique du foie.

1, 1. Cellules hépatiques circonscrivant l'épanchement.
2. Traînée de cellules formant la limite de deux épanchements.
3. Globules rouges extravasés.
4, 5. Capillaires sanguins et trachis fibrineux.

Fig. 4. (Ocul. 1 obj. 8 Hartnack.)

1. Cellules hépatiques.
3. Globules sanguins s'insinuant entre les cellules hépatiques.
4, 5. Capillaires et trachis fibrineux colorés en rouge par le violet de méthylaniline.
6. Cellules hépatiques refoulées contre les capillaires, partiellement atrophiées

---

RECHERCHES

SUR LES

QUANTITÉS D'URÉE DU SANG

Par M. PICARD,
Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon.

L'histoire physiologique de l'urée du sang me paraît commencer avec les recherches de MM. Prevost et Dumas.

Dans leur mémoire, qui parut en 1821, ces savants étudièrent les phénomènes qui apparaissent chez les animaux auxquels on a fait subir la nephrotomie double. Ils eurent les premiers l'idée de rechercher l'urée dans le liquide sanguin modifié par cette opération.

En agissant dans ces conditions particulières et bien définies ils parvinrent à extraire du sang une substance cristallisée que l'analyse élémentaire démontra être de l'urée.

Ils conclurent des faits observés que l'urée devait exister également dans le sang normal et en trop faible proportion pour qu'on pût fournir une démonstration formelle de sa présence. — Après eux, cette preuve de la présence de l'urée dans les conditions ordinaires de la vie restait donc à donner, et de fait fut fournie seulement à des dates très postérieures.

Successivement divers observateurs qui se proposaient cet objet limité d'extraire l'urée du sang normal parvinrent à fournir la démonstration formelle de son existence.

Dans le nombre, je citerai Marchand, Simon, Hervier, Verdeil, qui, à l'aide de méthodes diverses, parvinrent à retirer l'urée du sang de divers animaux en bonne santé.

Tous ces observateurs se bornèrent, du reste, à extraire l'urée en nature, et aucun ne se préoccupa de fournir des valeurs susceptibles d'exprimer les quantités de ce corps contenues dans un poids de sang.

Picard fut le premier qui, en 1856, fit connaître une série

portions d'urée que le sang contient, et aussi parce qu'elle laisse entrevoir que cette substance est en masses variables dans des sangs d'origines différentes.

L'auteur de ces études ne paraît pas, du reste, avoir entrevu les changements qui peuvent apparaître dans les proportions d'urée du sang sous diverses influences qui seront partiellement mises en lumière dans ce mémoire.

Je pourrais presque borner là l'histoire des études antérieures aux miennes dans la question de l'urée du sang, et, à vrai dire, il n'a presque rien été ajouté à nos connaissances depuis Picard.

Personne n'a, je crois, étudié la question spéciale que j'ai en vue, et ceux qui ont fourni des analyses d'urée du sang les ont toujours pratiquées en vue de la solution du problème posé et déjà résolu par MM. Prevost et Dumas, par M. Picard et aussi par Bernard et Barreswil, etc.

Après qu'Oppler eut avancé que les quantités d'urée accumulées dans le sang sont plus considérables après la ligature des uretères qu'après la nephrotomie, on vit Zalesky nier résolument toute augmentation d'urée après cette dernière opération, et admettre au contraire son accumulation lorsqu'on a simplement par la ligature des uretères empêché la séparation des matériaux par les reins.

Cet auteur, en ayant conclu malgré l'autorité de MM. Prevost et Dumas, etc., que l'urée est générée dans les reins, provoqua des recherches contradictoires.

M. Meissner, puis M. Grehant, en se plaçant sur le même terrain expérimental, réfutèrent les faits et les assertions avancés par Zalesky et démontrèrent à nouveau la légitimité des théories anciennes qui, du reste, n'avaient jamais cessé d'être classiques.

Il y a, du reste, dans le mémoire de M. Grehant une observation nouvelle et relative à l'histoire de l'urée du sang.

Cette observation a trait à la composition comparée du sang veineux rénal après la ligature de l'uretère.

Dans ces conditions, ce sang veineux est devenu aussi riche en urée que le sang artériel ; la différence signalée plus haut d'après Picard a disparu et n'a pas été remplacée par une augmentation.

d'analyses quantitatives aussi remarquables par la valeur de la méthode employée que par les résultats nouveaux qui furent mis en lumière.

Cet auteur n'avait, du reste, pas pour objet l'étude proprement dite de l'urée du sang ; il ne se proposait nullement de rechercher les lois qui règlent les quantités de ce corps contenues dans le plasma sanguin. Il voulait seulement fournir une autre démonstration à la découverte de MM. Prevost et Dumas. Il cherchait à prouver par une méthode expérimentale nouvelle que l'urée ne se forme pas dans les reins, mais est simplement éliminée par ces organes ; et de fait, il atteignit pleinement cet objet, qu'il s'était proposé.

Quoiqu'il en soit, et pour m'en tenir à ce qui, dans la thèse de Picard, peut se lier aux études que j'ai en vue dans ce mémoire. Je rappellerai quelques-uns seulement des résultats qu'il a fait connaître. Je rappellerai qu'on trouve dans son mémoire des chiffres exprimant la quantité moyenne d'urée du sang normal; la proportion en serait en moyenne de 0,16 centigrammes pour 1000 grammes de sang humain.

Je rappellerai qu'on y trouve également des analyses nombreuses pratiquées avec le sang pathologique et aussi avec diverses humeurs ou liquides organiques, tels que la salive, la sueur, le lait, les humeurs de l'œil.

En général, les chiffres exprimant les quantités contenues dans ces liquides sont plus élevés que ceux exprimant la proportion du sang normal.

A côté de ces faits, tous se rapportant à l'histoire de l'urée chez l'homme, je ne puis omettre d'indiquer que Picard a aussi fait quelques essais expérimentaux pour éclairer l'histoire de l'urée chez divers animaux.

C'est ainsi qu'il a démontré la diminution des proportions d'urée dans le sang qui a traversé les reins, et qu'il a donné des chiffres exprimant quantitativement le phénomène.

C'est ainsi qu'il a également apprécié les différences entre le sang artériel et le sang de la veine jugulaire, différences quantitativement déterminées en faveur de ce dernier.

En résumé, et en m'en tenant à mon point de vue spécial, la thèse de Picard est intéressante, surtout en raison de ceci qu'elle fournit les premières notions quantitatives précises sur les pro-

On conçoit que ce fait, en même temps qu'il est en désaccord avec les idées émises par Zalesky, vient à l'appui des idées classiques sur la formation extra-rénale de l'urée.

Cela n'a, du reste, qu'indirectement trait à la question que j'ai en vue et je me bornerai seulement, et pour finir, à noter les études de M. Wurtz sur les quantités d'urée contenues dans la lymphe. Les recherches de ce maître ont, on le sait, abouti à la démonstration de ce fait important, à savoir que les proportions d'urée contenues dans la lymphe sont plus élevées que celles du même corps dans le sang.

Cet énoncé succinct des faits établis antérieurement étant terminé, je vais maintenant et sans autre préambule faire l'exposé de quelques-unes de mes recherches relatives à l'urée du sang. Je ferai du reste observer que la plupart des résultats en ont déjà été publiés sous forme succincte et à des dates diverses.

J'indiquerai successivement et aussi brièvement que possible d'abord les méthodes analytiques que j'ai suivies, puis les résultats auxquels elles m'ont conduit.

Je finirai en cherchant à donner aux faits leur signification fonctionnelle ; car je fais de la physiologie et ne puis oublier qu'elle a cet objet, déterminer l'enchaînement des phénomènes, montrer leur rôle dans le fonctionnement de la machine animale.

A. — Méthodes analytiques.

En les instituant, je me suis proposé un double but. D'abord et en raison du grand nombre d'analyses à faire, j'ai cherché à avoir à ma disposition des méthodes d'emploi rapide, et ensuite je me suis préoccupé de réaliser cette condition nécessaire : avoir à ma disposition des méthodes donnant des résultats rigoureusement comparatifs.

Je ne me suis, par contre, nullement efforcé de rechercher avec ces méthodes des valeurs *absolues* rigoureuses. Ce que je voulais, c'était rechercher et établir des différences, et non déterminer des valeurs absolues qui ne sont, du reste, jamais chez l'animal vivant que l'expression d'un cas particulier.

Je me permettrai du reste de faire observer que vouloir établir une méthode à l'abri de tout reproche dans la recherche

quantitative de l'urée du sang, serait une illusion. En effet, nous ne sommes pas assez instruits dans la chimie du sang pour pouvoir même énoncer de façon précise les causes minimes d'erreur inhérentes à chaque procédé, causes d'erreur qu'on entrevoit dans la pratique.

Quoiqu'il en soit et pour éviter d'entamer une discussion qui serait sans objet pratique, je dirai de suite que j'ai utilisé deux méthodes chimiquement distinctes : celle de Milon et celle de Lecomte.

C'est-à-dire que tantôt j'ai décomposé l'urée par l'acide nitrique nitreux, tantôt je l'ai décomposé par l'hypobromite de soude.

Ces méthodes sont trop connues d'ailleurs pour que je revienne sur leur principe, et je me borne à rappeler ce qui suit ; l'acide azotique chargé de vapeurs nitreuses, décompose l'urée en dégageant volumes égaux d'acide carbonique et d'azote; l'hypobromite, décompose l'urée en aboutissant à un dégagement d'azote libre.

Dans l'un ou l'autre cas, le volume gazeux acide carbonique ou azote dégagé, exprimé en centimètres cubes et multiplié par 0,002683 fournit en grammes et fractions le poids d'urée décomposé.

Ceci étant dit, je me bornerai à donner quelques développements au sujet des dispositifs que j'ai adoptés pour pratiquer les réactions, recueillir et mesurer les gaz dégagés.

1° *Dispositif pour l'analyse des liquides avec le réactif de Milon.* — L'appareil dont je me sers comprend essentiellement les pièces suivantes :

Un ballon de 200 centimètres cubes environ ;

Un matras de 500 ;

Un tube particulier de dégagement intermédiaire ;

Un tube vertical présentant une série de boules superposées.

Le ballon de 200 constitue la fraction de l'appareil dans laquelle se produira la réaction.

Il est fermé par un bouchon à deux trous.

L'un de ces trous laisse passer le tube d'un entonnoir par lequel seront faites les introductions de liquide, et par l'autre sort le tube par lequel s'échapperont les gaz dégagés.

L'entonnoir est maintenu habituellement fermé par une baguette de verre recouverte de caoutchouc, baguette de verre qui sera soulevée lorsqu'on voudra établir la communication entre l'entonnoir et le ballon.

Le tube de dégagement qui traverse le second trou du bouchon va se rendre d'autre part dans le matras.

Il présente plusieurs dispositions spéciales dans son trajet, d'abord un branchement en T au voisinage du matras et, en outre, un robinet qui permet d'interrompre toute communication entre le matras et la fraction du tube qui porte la branche en T.

Cette dernière, du reste, peut, elle aussi, être ouverte ou fermée à volonté.

Il me reste pour achever la description de l'appareil à parler du matras dans lequel, pendant l'opération, l'acide carbonique dégagé sera fixé par l'eau de Baryte.

Pour satisfaire à son objet ce vase est disposé de la façon suivante :

Il est fermé par un bouchon à deux trous. L'un des trous laisse passer le tube de dégagement qui se rend au fond du flacon.

L'autre est traversé par la partie inférieure du tube à boules.

Ce tube qui, d'une part, se rend à la partie inférieure du matras, est d'autre part terminé par une extrémité libre qui, pendant l'opération, sera mise en communication avec une série de tubes Liebig contenant de la potasse ou de l'eau de Baryte.

Ceci étant dit, voici comment j'utilise cet appareil pour l'analyse des liquides par le réactif de Milon.

Je commence par verser dans le matras une quantité d'eau de Baryte, suffisant à fixer tout l'acide carbonique dégagé et susceptible aussi de remplir le système de boules du tube vertical, sans que son extrémité inférieure puisse émerger du liquide.

Ceci fait, je bouche rapidement, et dispose les deux tubes qui traversent le bouchon de façon à ce que leur extrémité pénètre dans les couches profondes du liquide.

J'interrompts alors toute communication entre le matras et le ballon et j'ouvre le robinet du tube en T.

Les choses sont disposées alors pour qu'on puisse procéder à la réaction qui s'effectue de la façon suivante :

On introduit dans le ballon 25 à 30^{cc} d'eau distillée et le liquide à analyser faiblement acidifié pour H cl. On ferme l'entonnoir et on chauffe à ébullition pour chasser les gaz qui s'échappent au dehors par la branche en T ouverte.

Dès que les gaz ont été chassés on ferme cette branche en T ; on introduit le réactif « acide nitrique dans lequel on a dissout des vapeurs nitreuses. » On ferme l'entonnoir, on chauffe à nouveau et on ouvre simultanément le robinet qui établit la communication entre le ballon et le matras.

Les gaz dégagés chassés par l'ébullition du liquide se rendent dans le matras et s'y emmagasinent en établissant une légère pression qui a pour résultat d'élever l'eau de baryte dans les boules du tube vertical.

Dès que le dégagement a cessé de se faire dans le matras, on ferme le robinet, et on agite pour achever la fixation de l'acide carbonique par l'eau de baryte.

Cela fait il ne reste plus qu'à déterminer le volume de CO^2 qui a été fixé.

Pour atteindre ce résultat, on peut décomposer le carbonate dans un ballon vidé au préalable et fixé au tube latéral d'une pompe à mercure.

On peut opérer plus rapidement encore en procédant comme suit :

On remplace le bouchon du matras par un second bouchon préparé d'avance et portant un entonnoir et un tube de dégagement ordinaire de 0,75 cent. de hauteur.

On plonge l'extrémité du tube sous le mercure, et on chauffe pour chasser les gaz.

Une fois ce résultat atteint, on introduit Q. S. d'acide chlorhydrique pur, on recouvre d'une cloche à gaz pleine de mercure l'extrémité du tube à dégagement et on chauffe pour chasser l'acide carbonique qui a été mis en liberté par Hcl.

Quand le dégagement des gaz a cessé, on transvase dans une cloche graduée, et on fait l'analyse suivant les methodes usuelles.

Les corrections de température et de pression étant faites, on n'a plus qu'à multiplier le volume trouvé, exprimé en centimètres cubes, par 0,002683. — On a ainsi en grammes et fractions le poids d'urée qui était contenu dans le liquide étudié.

Lorsqu'on a opéré de la sorte, il est clair qu'on peut supposer, *a priori*, des causes d'erreur graves susceptibles d'enlever toutes garanties pour la valeur des résultats trouvés.

Mais je ferai à ces suppositions une simple réponse qui est celle-ci à savoir qu'il y a une différence entre la théorie et la pratique. Précisément, c'est là le cas, de rappeler la réserve qu'il faut apporter dans les jugements *a priori*. Puisque deux échantillons de mêmes sangs analysés par cette méthode, puis aussi par celles qui sont préconisées comme plus rigoureuses, m'ont toujours montré sensiblement les mêmes quantités de substances décomposées.

C'est là du reste un point qui sera clairement démontré par les analyses que je publierai plus loin comme exemples à l'appui de ce que j'avance.

2° *Dispositif de l'appareil pour l'analyse des liquides par l'hypobromite de soude.* — Pour l'analyse des liquides par l'hypobromite, je procède plus simplement, du moins en apparence, car à dire vrai, je ne mets guère plus de temps pour le dosage par l'une ou l'autre méthode.

Je prends un flacon à col court et étroit, de 50 à 100^{cc} de capacité, j'y verse le liquide à analyser, et j'achève de remplir le liquide avec du mercure.

Ceci fait, je renverse sur une cuve à mercure et j'introduis le réactif avec une pipette à extrémité courbe.

Quand la décomposition de l'urée est complète, je porte sur l'eau, transvase dans une cloche graduée et mesure le volume d'azote dégagé.

Le volume trouvé, après corrections pour le ramener au volume à 0° et à 760, est alors multiplié par 0,002683 et fournit ainsi en grammes et en fractions le poids total de l'urée qui était contenue dans le liquide analysé.

L'emploi de l'hypobromite avec cette disposition opératoire a, on le conçoit, des inconvénients qu'il n'est pas besoin de souligner.

Je ferai observer seulement qu'il a d'autre part des avantages manifestes dans la pratique d'études de l'ordre de celles que je publie ici.

Notamment cette méthode est d'une pratique extrêmement simple, et en même temps fournit des résultats d'une concordance remarquable.

On peut avec elle et presque sans précautions, retrouver des quantités de substances accrues graduellement et par fractions inférieures à 1/2 centigramme.

Du reste, appliqués à l'étude de l'urée du sang, elle fournit des résultats suffisamment voisins de ceux que donnent les autres méthodes et notamment celle de Grehant qni permet de mesurer simultanément les deux gaz dégagés par le réactif de Milon.

C'est là un point qui apparaîtra par les analyses comparatives que je publierai plus loin.

Préparation du liquide qui sera soumis à l'analyse par les méthodes ci-dessus.

Il est évident que ni le sang, ni les liquides albumineux, ne peuvent être introduits directement dans l'un ou l'autre des appareils que j'ai décrits ci-dessus, il me faut donc indiquer le traitement préalable que je fais subir aux liquides organiques en général et au sang en particulier.

Quelques mots me suffiront à cet exposé, et ceci par ce motif que le procédé suivi est semblable à celui que Bernard employait pour préparer avec le sang, par exemple, un liquide susceptible d'être analysé par les liqueurs de Barreswil, Fehling, etc.

Je pèse le sang à analyser, « le poids sera de 20, 25, 30, 50 centimètres cubes, le même pour chaque série d'analyses comparatives. »

J'ajoute un poids égal de sulfate de soude en petits cristaux non effleuris.

Je porte le tout a ébullition et en agitant constamment avec une baguette de verre.

Ceci fait, je rétablis le poids primitif par une quantité suffisante d'eau distillée, j'exprime rapidement, je filtre et je pèse le liquide clair obtenu.

C'est ce poids liquide qui est soumis à l'analyse, comme il a été dit dans les pages précédentes.

Le poids d'urée qu'il contient, une fois trouvé, on en déduit par le calcul le poids d'urée qui était contenu dans la totalité du sang étudié — et de ce dernier chiffre on tire par le calcul également le poids d'urée qui serait contenu dans une quantité de sang toujours la même 1,000 grammes par exemple. — Je renvoie du reste pour le détail de ces calculs, aux divers traités que mon maître a publiés et dans lesquels sont insérées les analyses de glucose qui ont été faites après traitement du sang par le sulfate de soude.

On y verra qu'on peut obtenir soit des chiffres exprimant les valeurs absolues approximatives d'urée, soit des chiffres entachés d'une cause d'erreur à peu près constantes et d'une certitude suffisamment déterminée dans des études comparatives. Ce sont ces derniers que je donnerai habituellement.

Les méthodes que j'ai mises en usage étant ainsi indiquées d'une façon succincte, je vais maintenant et aussi brièvement que possible faire connaître les résultats principaux auxquels leur emploi m'a conduit.

Je donnerai en premier lieu des exemples des analyses premières que j'ai faites en vue de m'assurer de la valeur comparative des chiffres que mes méthodes m'ont fournis. Je publierai dans cet ordre d'idée des valeurs comparatives fournies par un même sang analysé avec l'un où l'autre des dispositifs ci-dessus et ensuite dans la pompe à mercure avec le procédé de M. Grehant.

Je ferai ensuite connaître quelques résultats montrant que l'urée ne change pas de proportions dans un volume sanguin extrait de l'organisme. C'est une étude que les nécessités expérimentales m'ont obligé de faire au préalable.

Ces préliminaires une fois publiés je donnerai les résultats de mes expériences, ceux qui du moins me semblent présenter quelque intérêt pour l'histoire de la physiologie du sang.

1° Etudes préliminaires.

Dans les études que j'ai faites en vue de m'assurer de la valeur comparée des résultats fournis par mes méthodes, et de ceux fournis par exemple par la méthode de M. Grehant, j'ai

opéré sur des échantillons de sang de provenances diverses et toujours de la façon suivante :

Une fraction de la masse sanguine était défibrinée puis pesée, j'ajoutais alors un poids de sulfate de soude égal, je portais à ébullition, etc., exprimais et filtrais.

Le liquide obtenu était ensuite divisé en deux fractions égales.

L'une de ces fractions était analysée par l'une ou l'autre des méthodes décrites ci-dessus et l'autre était traitée d'après la méthode que Grehant a décrite pour l'analyse des liquides contenant de l'urée, à l'aide de la pompe à mercure qui permet de recueillir également l'acide carbonique et l'azote dégagés après l'action du réactif de Milon.

Les volumes gazeux trouvés étaient ramenés aux volumes qu'ils devaient occuper à la température de 0° et à la pression de 760.

Ceci fait les mêmes calculs dans les deux cas fournissaient les quantités contenues dans 1,000 de sang.

Je cite pour exemple deux des résultats que j'ai ainsi obtenus et qui seront suffisants à donner une idée de la signification des chiffres que je ferais connaître dans ce mémoire.

A. 1° Analyse avec la pompe à mercure :

$$1{,}000 = 0^{gr},50$$

2° Analyse de fraction du même sang par le réactif de Milon et avec le dispositif décrit :

$$1{,}000 = 0^{gr},54$$

B. 1° Analyse avec la pompe à mercure :

$$1000 = 0^{gr},83$$

2° Analyse du même sang par l'hypobromite (voir ci-dessus) :

$$1{,}000 = 0^{gr},86$$

On voit que ces résultats concordent entr'eux, et on peut affirmer que les divergences sont à peine analogues à celles que fourniraient par exemple deux analyses pratiquées successivement avec même sang et avec la pompe à mercure.

Comme d'autre part, il en a été de même dans toutes mes analyses et que je n'ai pas trouvé de différences supérieures à un demi dizième, je me crois en droit de considérer les ré-

sultats que je vais publier comme ayant exactement la signification de ceux qu'auraient fourni des analyses pratiquées avec la pompe à mercure.

C'est-à-dire que je pense que les variations que je ferai connaître expriment à une approximation très grande des changements réels des poids d'urée que le sang contient.

Je dis ceci par ce motif que les analyses qui donnent dans la pompe à mercure des volumes égaux de CO^2 et d'AZ expriment manifestement qu'un poids correspondant d'urée « et non autre chose », a été décomposé par le réactif de Milon.

Je vais maintenant traiter aussi rapidement de la seconde question préjudicielle que j'ai définie plus haut et qui avait cet objet pratique de déterminer si on pouvait, oui ou non, et sans inconvénients, laisser 24 heures un échantillon de sang avant d'en pratiquer l'analyse au point de vue des quantités d'urée contenues. Autrement dit, j'ai cherché à me renseigner sur cette question; l'urée est-elle susceptible d'augmenter ou de diminuer de quantité dans le sang extrait des vaisseaux, et cela dans un laps de temps ne dépassant pas 24 à 36 heures et par des températures ordinaires.

Ce problème ainsi défini est différent, je le dis expressément, de celui que j'ai étudié, encore insuffisamment, et qui se propose pour objet de déterminer si aucunes conditions de durée, de température ou autres, ne sont susceptibles de faire varier la masse d'urée du sang, problème qui on le conçoit peut acquérir lui-même un intérêt, en raison de cette particularité qu'il peut fournir des arguments sur les théories soutenables aujourd'hui et relatives aux modes qui génèrent cette substance dans l'organisme.

Il s'agit donc ici de recherches de simple critique expérimentale et dont les résultats ne sauraient être généralisés et étendus à des conditions autres que celles qui ont été sommairement énoncées.

Quoiqu'il en soit, du reste, voici comment ces études ont été faites. Une masse de sang défibriné étant donnée, je l'ai divisée en fractions égales. Une de ces fractions a été traitée de suite par poids égal de sulfate de soude, etc., et un poids donné du liquide a été analysé. Du poids d'urée trouvé j'ai ensuite déduit par le calcul la quantité d'urée contenue dans 1,000 de sang.

Les autres fractions ont ensuite et après des temps variables, été traitées exactement de même, et l'analyse a été pratiquée sur un poids égal du liquide obtenu après ébullition avec le sulfate de soude, etc., expression et filtration.

Du poids d'urée ainsi trouvé, je suis également remonté par le calcul au poids contenu dans 1000 de sang.

Voici les résultats de trois de ces expériences dans lesquelles les analyses ont été faites avec le réactif de Milon.

Première Expérience.

1° Analyse (immédiatement après la prise de sang)

1000 = 0,47.

2° Analyse de même fraction du même sang 2 heures après

T moyenne environ + 22°

1000 = 0,50.

3° Analyse de même fraction du même sang 24 heures après

T moyenne environ + 19°

1000 = 0,53.

Deuxième Expérience.

1° Analyse (immédiatement après la prise de sang)

1000 = 0,40.

2° Analyse (24 heures après)

T moyenne = + 16°05

1000 = 0,45.

Troisième Expérience.

1° Analyse (immédiatement après la prise de sang)

1000 = 0,57.

2° Analyse (24 heures après)

T moyenne = + 18°

1000 = 0,54.

3° Analyse après 2 heures de séjour dans une étuve à + 36°

1000 = 0,53.

Somme toute, on voit que l'urée dans ces conditions n'a pas

varié notablement, et on voit d'autre part que dans les études sur l'urée du sang il n'y a aucun inconvénient à laisser ce liquide 24 heures avant de faire le traitement pour l'analyse, ceci, bien entendu, à condition que le sang aura été conservé en vase clos et à l'abri de l'évaporation.

C'est là le problème limité que j'ai voulu seul aborder ici, remettant à parler en d'autres temps des faits qui se manifestent dans le sang, soumis à des conditions diverses en vue d'accroître où diminuer si possible les masses d'urée contenues.

Ces questions préliminaires étant tranchées, je vais maintenant énoncer les faits que j'ai pu observer en étudiant les quantités d'urée du sang soustrait à l'organisme dans des états de vie divers, et aussi les proportions contenues dans des liquides sanguins provenant de divers vaisseaux.

B. — Quantités variables de l'urée du sang artériel.

La quantité d'urée qui est contenue dans le sang artériel n'est pas une quantité fixe, mais bien au contraire elle varie sous des influences diverses. Notamment cette proportion est susceptible d'augmenter considérablement sous l'influence du régime animal.

Lorsqu'on examine comparativement le sang de deux chiens, l'un soumis au régime animal et en pleine digestion, l'autre au contraire tenu à jeun depuis 24 heures, on constate toujours que la proportion d'urée contenue dans 1000 de sang est beaucoup plus élevée chez le premier de ces animaux.

C'est là un point qui sera, je pense, nettement établi par les résultats de quelques-unes de mes expériences que je vais ici rapporter brièvement.

Toutes ces expériences ont été pratiquées dans des conditions identiques et toutes ont donné des résultats de sens identiques.

Une seule chose a varié, ce sont les quantités comparées des sangs considérés dans l'un ou l'autre état, qui ont été un peu plus fortes ou un peu plus faibles dans chaque cas particulier,— mais jamais les variations maxima de l'état de jeûne n'ont atteint les variations minima de l'état de digestion à beaucoup près.

Je suis du reste obligé de dire qu'il ne m'a pas toujours été

possible de relier ces oscillations secondaires des masses d'urée à une cause bien déterminée.

Souvent elles tiennent à des influences multiples et qu'il ne m'a pas paru possible de déterminer dans leurs rôles respectifs.

Du reste, comme les faits parleront assez d'eux-mêmes, je vais les énoncer sans plus long préambule, et en me bornant à dire de mes expériences ce qui est indispensable à leur intelligence.

Ces expériences ont été faites sur des chiens de races diverses et d'âges variables depuis la jeunesse jusqu'à la vieillesse.

Toutes les fois qu'on a voulu étudier le sang de l'animal en digestion de viande, on lui donnait le matin, entre 7 et 8 heures, une quantité de viande variant de 500 à 800 grammes.

La prise de sang était ensuite faite dans l'un ou l'autre des artères carotides, et entre 1 heure et 2 heures de l'après-midi.

Le sang était habituellement traité de suite sans avoir été défibriné, et l'analyse faite tantôt par l'une, tantôt par l'autre des méthodes que j'ai décrites. Je donne ici les résultats en les séparant d'après celle de ces méthodes employée :

1° *Quantité d'urée dans le sang du chien en digestion de viande.*

Analyse par l'acide nitrique nitreux.

1er chien.	1000 = 1gr,20
2e —	1000 = 1, 15
3e —	1000 = 1, 20
4e —	1000 = 1, 00

2° *Idem. — Analyse par l'hypobromite de soude.*

1er chien.	1000 = 1gr,00
2e —	1000 = 1, 10
3e —	1000 = 1, 10
4e —	1000 = 1, 29
5e —	1000 = 1, 25
6e —	1000 = 1, 10
7e —	1000 = 0, 90
8e —	1000 = 1, 07

Je vais maintenant placer à côté de ces deux tableaux des

chiffres exprimant les proportions d'urée contenues dans le sang des animaux à jeun.

Quelques mots suffiront à exprimer les conditions dans lesquelles ces expériences ont été faites.

On a, comme pour l'animal en digestion, étudié des chiens de races diverses et d'âges variables.

Les animaux en étude et qui avaient mangé à 12 heures ne recevaient ensuite aucun aliment, et étaient opérés le lendemain entre 1 heure et 2 heures de l'après-midi.

Le sang, pris dans l'une ou l'autre carotide, était ensuite analysé également par l'une ou l'autre des méthodes décrites.

Je donne également les chiffres en les séparant suivant celle des méthodes employée.

1° *Proportions d'urée du sang du chien à jeun.*

Analyse par le réactif de Milon.

1er chien.	1000 = 0gr,45
2e —	1000 = 0, 65
3e —	1000 = 0, 34
4e —	1000 = 0, 20
5e —	1000 = 0, 27

2° *Idem. — Analyse par l'hypobromite de soude.*

1er chien.	1000 = 0gr,47
2e —	1000 = 0, 45
3e —	1000 = 0, 20
4e —	1000 = 0, 40
5e —	1000 = 0, 70
6e —	1000 = 0, 60
7e —	1000 = 0, 26
8e —	1000 = 0, 29
9e —	1000 = 0, 27

La comparaison de ces deux séries de tableaux parle assez d'elle-même pour qu'il soit inutile d'y revenir et d'en faire l'objet de remarques spéciales.

Je me bornerai donc à appeler l'attention sur ceux des chiffres notablement plus élevés que les moyennes et qui se trouvent

consignés parmi les chiffres exprimant les quantités d'urée dans le sang du chien à jeun.

Ces valeurs, très supérieures aux moyennes, ont toutes été obtenues avec le sang d'animaux qui avaient, vingt-quatre heures avant, subi une première hémorrhagie pour l'analyse du sang de la période digestive.

Je pense pouvoir affimer que ces quantités plus élevées sont dues précisément à cette hémorrhagie qu'avaient subie les animaux.

Il est facile en effet d'en faire, par une opération antérieure, apparaître l'influence même chez les chiens à proportion d'urée élevée et d'influence digestive, ainsi que je vais le montrer dans un moment.

Actuellement, je ne puis éviter de dire au moins ceci : que, en raison de cette influence de l'hémorrhagie, qui tend à élever la proportion d'urée du sang, il importe dans les recherches sur l'influence de l'alimentation de prendre quelques précautions.

Il vaut mieux notamment opérer toujours sur deux animaux différents, faire chez l'un l'étude du sang de la digestion et chez l'autre l'étude du sang du jeûne.

Car on atténue les différences lorsqu'on pratique successivement l'expérience chez un même chien placé successivement dans ces deux conditions opposées.

Il est bon, du reste, de remarquer que l'influence de l'hémorrhagie ne va jamais jusque-là de faire disparaître les différences entre les sangs d'un chien en digestion, puis à jeun.

Pour constater l'influence des hémorrhagies sur les proportions d'urée de sang chez l'animal en digestion; il faut seulement opérer rapidement et avoir soin de faire la seconde prise de sang avant que l'influence de la période de jeûne soit venue lutter en sens inverse et faire disparaître le phénomène.

Lorsqu'on sépare les deux opérations par un temps court, 1 h. 30, par exemple, on trouve les proportions d'urée les plus élevées qu'on puisse constater dans le sang normal d'un chien dont les reins fonctionnent régulièrement.

Je citerai un exemple des expériences que j'ai faites dans cet ordre d'idée.

Un chien en pleine digestion subit une première hémorrhagie artérielle à 1 heure, puis une seconde à 2 h. 30.

Les analyses faites avec mêmes quantités de sang et en opérant sur même proportion du liquide obtenu après traitement par le sulfate de soude, etc., ont donné les résultats suivants :

1° 1re analyse. — Sang pris à 1 heure :

1000 = 1gr,20

2° 2e analyse. — Sang pris à 1 h. 30 :

1000 = 1gr,50

Je ferai encore quelques remarques au sujet des causes qui me paraissent agir dans ces conditions pour augmenter les proportions d'urée, causes qui me paraissent multiples.

Je pense que l'accroissement peut résulter, en effet, d'abord de modifications du sang par suite de la resorptions de lymphes plus riches en urée que le sang lui-même, aussi d'une modification du travail nutritif qui tend à restaurer le liquide nourricier, et en outre, du ralentissement de la sécrétion rénale qui cesse d'éliminer en un temps donné une proportion égale de la substance.

Ainsi que je le disais dans l'historique par lequel débute ce mémoire, M. Wurtz a prouvé que la lymphe contient une quantité d'urée supérieure à celle qui existe dans le sang lui-même ; il était donc à supposer que ce liquide devait se comporter comme le sang lorsqu'on l'envisage chez des chiens en digestion de viande, puis à jeun.

C'est du reste là un fait que j'ai pu constater chez des animaux (chiens) auxquels je pratiquai la fistule du canal thoracique au cou, et que je conservai pendant plusieurs jours. Ces chiens, qui avaient été nourris comme ceux des expériences rapportées, et qui avaient été opérés ensuite entre 1 et 2 heures, fournirent une lymphe mixte qui contenait la quantité d'urée moyenne exprimée par le chiffre ci-dessous :

1000 = 1,25

Les liquides qui, au contraire, furent extraits 24 heures après du même canal thoracique, l'animal étant à jeun, ne contenaient plus que les quantités moyennes exprimées par le chiffre suivant :

1000 = 0,89

Je n'insiste pas, du reste, sur un fait qui n'est qu'une confir-

mation « dans des cas particuliers » de celui avancé par M. Wurtz, et qui n'est, d'autre part, qu'un corollaire de la loi des variations de l'urée du sang dans les deux états de la digestion animale et du jeûne — et je me hâte d'en venir à l'étude d'une autre question, qui est la suivante :

Que deviennent les quantités d'urée contenues dans le sang des animaux nourris, non plus à la viande, mais en digestion d'origine végétale ?

J'ai étudié aussi ce problème, bien que je ne pusse guère avoir de doute *a priori* sur le résultat auquel je serais conduit.

Dans ces conditions, conformément aux idées qu'on pouvait se faire théoriquement il n'y a plus de variations régulières des masses d'urée contenues, et ces masses restent constamment voisines de celles qu'on trouve dans le sang des animaux à jeun.

Comme je ne vois qu'un médiocre intérêt à insister sur des résultats négatifs, je n'insisterai pas sur cette particularité et en fait de résultats analytiques je me bornerai à faire connaître ici les chiffres d'urée qu'on trouve dans le sang du lapin.

Cet animal qui est herbivore a un sang constamment analogue à celui d'un chien soit à jeun, soit en digestion végétale. Ces chiffres suffiront donc simultanément à indiquer les proportions d'urée dans le sang des herbivores, et les quantités approximatives du même corps dans le sang des chiens en digestion végétale.

Ils ont été obtenus chez des lapins auxquels on avait fait manger de 7 heures à 8 heures des feuilles de choux et du son humecté d'eau ; et d'autre part chez des animaux de même espèce et que l'on avait laissé 24 heures sans aliments solides, le sang fut ensuite pris dans l'artère carotide entre 1 heure et 2 heures.

1° Lapins en digestion :

1er Lapin 1,000 = 0gr,14
2e — 1,000 = 0gr,36

2° Lapin qui n'avait rien mangé depuis 24 heures :

1,000 = 0gr,28

Maintenant puisque j'ai, dans ce mémoire, cet objet principal de mettre en relief les variations qui peuvent être manifestées

dans les proportions de l'urée que le sang est susceptible de contenir. Je parlerai succinctement des résultats que j'ai obtenus dans des expériences d'un autre ordre et que j'ai réalisées chez des chiens.

Ces études diffèrent du reste essentiellement des précédentes puisque je me suis efforcé d'accroître artificiellement les proportions d'urée du sang, à l'aide d'injections intraveineuses. Elles ne se relient aux recherches ici rapportées qu'en raison de ce fait qu'elles peuvent permettre de se faire une idée relativement à la rapidité avec laquelle une arrivée de substance est susceptible de modifier les proportions centésimales d'urée contenues dans le sang. Pour produire ce résultat les proportions injectées doivent être considérables, et ce qui frappe le plus dans des études de ce genre, c'est la difficulté qu'on éprouve pour accumuler l'urée dans le sang.

Je ne donnerai ici que les expériences les plus frappantes à ce point de vue et en faisant dès à présent remarquer que les plus grandes masses d'urée que j'ai pu accumuler dans le sang par injection et sans tuer les animaux sont encore et de beaucoup inférieures à celles qu'on peut retrouver dans le sang d'animaux qui ont été néphrotomisés en pleine digestion de viande et ont résisté longtemps à l'opération.

Première expérience : Chien en digestion du poids de 6 kilogrammes.

Mise à nu de la veine crurale, introduction d'une canule dans son bout central. — Injection en 10' de 150^{cc} d'une solution d'urée saturé à + 20°. A la fin de l'injection, hémorrhagie artérielle. — Dosage de l'urée *ad usum*.

1,000^{gr} contiennent 3^{gr},4 urée

c'est-à-dire environ 3 fois la proportion existant dans le sang du chien en digestion de viande.

Deuxième expérience : Chien en digestion du poids de 7 kilogrammes.

Mise à nu de la veine crurale, introduction d'une canule dans son bout central, puis en 10' injection de 200^{cc} d'une solution d'urée saturée à + 20° centigrades. — Immédiatement

après la fin de l'injection, hémorrhagie artérielle. — Dosage de l'urée de ce sang comme à l'ordinaire.

1,000gr contiennent 3gr,5 urée

c'est-à-dire seulement encore trois fois environ la quantité contenue dans le sang de l'animal en digestion de viande.

Ces chiffres, du reste, comme je le disais, sont loin d'atteindre les valeurs de ceux qu'on peut parfois constater dans le sang d'aninaux résistants auxquels a été pratiquée la double nephrotomie. Je citerai un de ces chiffres comme exprimant la quantité la plus élevée d'urée que j'ai pu *constater jamais* dans le liquide nourricier.

Il a été obtenu avec le sang extrait du cœur immédiatement après la mort d'un chien qui avait deux jours avant subi en pleine digestion la double nephrotomie.

Ce sang analysé comme à l'ordinaire contenait la quantité suivante :

1,000 = 8gr,5

c'est-à-dire près de 8 fois la proportion existant dans le sang initial.

En présence de ces résultats qui pourraient sembler peu compréhensibles, je pense qu'il ne sera pas inutile de présenter ici quelques observations relatives aux causes qui rendent si difficiles l'accumulation de l'urée par injection intra-veineuse.

Ces causes sont multiples ; mais avant tout il faut insister sur la rapidité réellement prodigieuse avec laquelle l'urée peut s'échapper par les diverses secrétions ; sortant pour ainsi dire aussi vite qu'on l'injecte.

En même temps du reste, ce corps diffuse non seulement dans la lymphe ; mais même dans les liquides qui constituent la plus grande partie de la masse organique. Ce serait une erreur grossière que de supposer qu'on l'a injecté dans le sang seulement, tant il passe vite et se répand avec rapidité dans toutes les masses organiques.

Il y a de plus des conditions qui interviennent manifestement pour empêcher l'accumulation de l'urée dans le sang, et que je n'ai pu analyser complètement ; mais dont jai du moins constaté l'existence. Ces conditions ont ce résultat net qu'elles empêchent l'urée injecté d'apparaître en totalité dans

l'urine. Une masse considérable de ce corps peut ainsi rapidement disparaître et devenir impossible à déceler à l'état d'urée, soit qu'il soit détruit dans le sang, soit qu'il s'élimine par d'autres voies où il disparaîtrait rapidement en se transformant.

Il y a là du reste, on le conçoit, une question toute spéciale et dont je ne puis aborder ici l'étude qui serait trop en dehors du sujet particulier que j'ai en vue.

Tous ces phénomènes se lient et se tiennent entre eux et sont de nature à faire comprendre toutes les divergences des résultats provoqués par les injections intra-veineuses d'urée — et doivent être envisagés seulement lorsqu'on a comme objet de pénétrer les conséquences de cette opération. Je me bornerai donc et comme se liant aux faits que j'ai signalés ici, je dirai seulement ceci encore à savoir que si les suites des injections massives d'urée sont variables quant aux quantités d'urée accumulées, et quant aux phénomènes produits, cela paraît résulter principalement de ceci que le fonctionnement des appareils de secrétion est après cette opération éminemment variable, tantôt activé prodigieusement, tantôt au contraire ralenti et à peu près suspendu, sans que cependant l'urée soit susceptible d'être retrouvé dans ce dernier cas.

Après avoir constaté des différences dans les sangs artériels de chiens placés dans des conditions diverses, et avoir élucidé celles des causes que j'ai pu pénétrer comme produisant ces variations, je me suis efforcé de reprendre aussi l'étude comparée des sangs artériels et veineux ébauchée par Picard d'une façon suffisamment précise.

Cet auteur avait signalé en effet quelques-unes des différences entre divers de ces liquides, entre les sangs artériels et veineux rénaux — entre le même sang artériel et le sang veineux jugulaire.

Les faits qu'il a ainsi avancés ont été purement et simplement confirmés par les études que j'ai faites avec mes méthodes et j'ai seulement en ces matières à faire connaître de façon précise des analyses qui se rapportent aux sangs qu'il n'avait pas considérés. Ces analyses du reste ne font ellesmêmes que généraliser les observations qu'il avait faites pour le cas particulier du sang veineux qni revient de la tête.

D'une façon absolue tous les sangs veineux m'ont paru se comporter comme celui-là et m'ont fourni à l'analyse des proportions d'urée un peu plus élevées, à l'exception du sang de la veine rénale dont Picard avait fait l'analyse avec le plus de soin en raison même du but qu'il s'était proposé d'atteindre et que j'ai défini dans l'historique. Me bornant à rappeler ce que mes études confirment purement et simplement, je dirai brièvement que le sang veineux rénal contient en général la 1/2 ou le 1/3 de la quantité d'urée existant dans le sang artériel « ce qui du reste ne prouve pas qu'aucune fraction d'urée ne puisse se former dans les reins.

Je dirai tout aussi sommairement que le sang de la veine jugulaire contient une proportion d'urée plus élevée que celle existant dans le sang artériel au même moment, la quantité en est en général plus élevée de 1/5 à 1/8 environ.

Et je me bornerai à fournir les analyses détaillées se rapportant à l'étude comparée du sang qui entre dans les membres puis en revient.

Les résultats auxquels j'ai été conduit diffèrent de ceux auxquels sont arrivés mes prédécesseurs et aboutissent à ceci que constamment le sang veineux m'a paru contenir un peu plus d'urée.

L'augmentation existe et est seulement plus faible que celle que j'ai, après Picard, constaté dans le liquide nourricier qui vient de traverser les organes qui forment la tête.

Pour retrouver ces différences qui sont toujours extrêmement minimes, il n'est pas indifférent de procéder de telle ou telle façon ; il importe au contraire de suivre exactement les indications qui suivent et que je vais exposer en reproduisant deux de mes expériences pour la comparaison des sangs artériel et veineux crural.

L'une de ces expériences a été faite chez le chien en digestion de viande après ration comme dans les expériences rapportées, et l'autre a trait à un animal tenu au contraire à jeun depuis 24 heures.

Dans ces deux cas, l'animal une fois fixé sur la gouttière, je mettais à nu la veine crurale dans le triangle de Scarpa, et ensuite l'une des artères carotides dans le bout central de laquelle je fixais une canule de petit diamètre intérieur.

Les choses ainsi disposées, je faisais les prises de sang simultanément dans l'artère et dans la veine (que je coupais en travers après ligature du côté du centre.) J'avais soin du reste de mettre le même temps à peu près à prendre les deux liquides.

Les sangs étant recueillis, je prenais même poids de l'un et de l'autre que je traitais comme à l'ordinaire. Après expression et filtration je faisais l'analyse sur deux poids identiques des liquides transparents obtenus.

Pour décomposer l'urée, j'ai ensuite et constamment employé le dispositif pour l'analyse par l'hypobromite de soude qui permet d'obtenir des résultats plus rigoureusement concordants avec deux échantillons d'un même sang.

Les volumes gazeux une fois mesurés, on continuait à l'ordinaire et on obtenait les quantités d'urée pour 1000 de chaque sang.

Je ne doute pas qu'en procédant rigoureusement d'après ces indications, on ne retrouve constamment les faibles différences que je vais signaler, comme je les ai trouvées moi-même.

Une simple dérogation aux préliminaires, ou un simple changement de la méthode analytique employée, suffiraient à empêcher de retrouver le résultat régulièrement, surtout l'emploi du réactif de Milon après lequel on ne peut apprécier les volumes gazeux avec même rigueur.

Les quatre chiffres ci-dessous suffiront, à ce qu'il me semble, à préciser les différences quantitatives entre les sangs artériel et veineux crural, soit dans l'état de digestion animale, soit dans l'état de jeûne.

A. 1° Sang artériel du chien en digestion de viande.

1000 = 1,14.

2° Sang veineux crural du même.

1000 = 1,07.

B. 1° Sang artériel du chien à jeun.

1000 = 0,38.

2° Sang veineux crural du même.

1000 = 0,26.

Je fais suite à la publication de ces chiffres et sans autre

préambule en donnant des analyses comparées du sang artériel et du sang de la veine axillaire.

A. 1° Sang de l'artère (animal en digestion).

1000 = 1,20

2° Sang de la veine.

1000 = 1,11.

B. 1° Sang de l'artère (animal à jeun).

1000 = 0,29

2° Sang de la veine.

1000 = 0,22.

Si j'ajoute, en terminant, que le sang de la veine cave inférieure pris au-dessus du foie, se comporte qualitativement comme un sang veineux général, j'en aurai fini avec l'énoncé des faits que j'avais cet objet de mettre en lumière dans ce mémoire.

J'ajouterai seulement que c'est avec intention que j'évite de traiter quantitativement ici de la question des masses comparées d'urée dans le sang artériel et dans le sang de la veine cave inférieure.

Ces faits, en effet, m'entraîneraient à une discussion que je ne veux pas aborder en ce moment et relative au rôle qui peut revenir au foie dans la formation de l'urée.

En RÉSUMÉ et pour grouper en quelques lignes les faits principaux que j'ai signalés dans ce mémoire, je dirai que :

1° L'urée du sang est une quantité pour ainsi dire constamment variable ;

2° Parmi les causes qui augmentent le plus notablement les proportions de cette substance, il faut citer en première ligne l'influence du régime qui peut tripler les quantités d'urée du sang, et l'hémorrhagie qui a une action du même sens, mais beaucoup moins considérable ;

3° Lorsqu'on compare les sangs artériels et les sangs veineux, on trouve que tous les sangs veineux contiennent une proportion plus élevée d'urée, à l'exception du liquide qu'on extrait de la veine rénale d'un chien normal, lequel est, au contraire, moins riche en urée ;

4° Des variations dans les proportions d'urée contenues se constatent également dans la lymphe et se montrent parallèlement.

Je ne veux pas finir sans avoir présenté quelques observations au sujet des conclusions de ce travail, sans avoir cherché à indiquer quelles sont au point de vue du physiologiste les significations qu'il convient d'attribuer à ces variations dans les proportions d'urée des sangs.

La raison qui me détermine est que les faits en biologie ne me paraissent avoir un intérêt qu'autant qu'ils apportent avec eux un enseignement, et alors seulement qu'ils conduisent à des conséquences claires et intelligibles.

Dans cet ordre d'idées je n'aurais que quelques mots à dire seulement au sujet des changements dans les proportions d'urée lorsqu'on a fait la comparaison entre le sang artériel et les sangs veineux de provenances diverses.

En effet, ces variations s'interprètent naturellement et aisément si on s'en tient aux théories classiques sur les lieux où l'urée est générée dans l'organisme et sur ses lieux de départ.

Si l'urée est accru dans le sang qui revient de la tête, dans celui qui a parcouru les membres et les organes abdominaux, c'est que cette substance est générée dans les organes que le liquide a baigné dans ces trajets divers.

Cette conclusion s'impose d'ailleurs avec d'autant plus de raison que la lymphe contient en toutes conditions une quantité de ce corps plus élevée que le sang lui-même, ainsi que M. Wurtz l'a établi.

J'ajouterai d'ailleurs que j'ai fait, il y a quelques temps déjà d'autres recherches qui apportent des arguments nouveaux à cette manière de voir.

Sans donner le détail de ces études, je dirai du moins qu'elles ont eu cet objet de comparer les quantités d'urée du sang aux masses de cette substance qu'on peut déceler dans les divers organes. Elles ont abouti à ce résultat que partout j'ai trouvé hors du sang une proportion plus élevée que celle existant dans ce liquide.

Il me paraît donc, et d'après tout cela qu'on doit s'en tenir aux idées anciennes, et admettre que l'urée procède de phénomènes chimiques mal déterminés sans doute, mais ayant leur

siège dans la plupart des organes. Elle ne résulte certainement pas de l'activité particulière d'un seul organe autre que le rein.

Il n'est du reste pas besoin de parler ici de la diminution de l'urée dans le sang qui traverse le rein, ce fait ne pouvant pas être discuté quant à sa signification et s'expliquant aisément depuis la découverte de MM. Prevost et Dumas et conformément à elle. Je me bornerai seulement à insister sur ceci, que cette diminution ne prouve pas que d'autre part il n'y ait dans le rein formation d'urée simultanée, et masquée d'ailleurs par l'abondant départ de cette substance.

La seule partie des études publiées dans ce mémoire qui me paraît demander quelques développements plus étendus est celle qui a trait aux variations de l'urée dans le sang artériel, notamment à celles qui se produisent sous l'influence de l'hémorrhagie, et après une riche alimentation animale. Quelles sont les causes de ces changements? Quel contre-coup peuvent-ils avoir sur le fonctionnement de la machine animale? Ceci dit par ce motif qu'il ne me semble pas qu'on puisse aujourd'hui concevoir un changement quelconque de la composition du sang sans effets immédiats plus ou moins visibles et saisissables.

Je pourrais en quelques mots faire des réponses satisfaisantes à la première question. En effet et d'abord c'est un point établi que le régime animal accroît les quantités totales d'urée éliminée en un temps donné; il devait donc y avoir nécessairement dans cette condition un accroissement de la masse d'urée charriée par le sang.

Si la proportion pour 1000 est alors augmentée dans ce liquide, cela prouve simplement que la filtration dans les reins n'est pas accrue dans sa vitesse proportionnellement.

L'activité de la sécrétion rénale est augmentée alors sans doute; mais pas suffisamment pour maintenir l'équilibre et tenir fixe la quantité d'urée du sang.

La substance, formée en plus grande masse, s'emmagasine donc temporairement dans le sang et enrichit ce liquide momentanément.

Quant au mécanisme qui accroît l'urée formée dans l'état digestif défini, il ne me paraît pas qu'il puisse être actuellement complètement élucidé et je me bornerai seulement à dire que cet excès d'urée me paraît être dû sourtout à l'influence

temporaire des organes qui versent leur sang dans la veine cave par les veines sus-hépatiques.

Du reste, comme il y a simultanément accroissement de l'urée éliminée et accroissement de l'urée du sang, on ne peut douter que cette substance ne soit réellement formée en plus grande proportion pendant la digestion chez les animaux nourris à la viande.

Il n'y a pas simplement alors élimination active d'une substance qui se serait accumulée dans le sang pendant le repos relatif des reins, il y a bien certainement formation d'une masse plus considérable.

On ne peut pas être aussi affirmatif lorsqu'on considère le pourquoi des augmentations d'urée du sang après une hémorrhagie et en effet il y a alors et au cas où toutes autres choses resteraient identiques une cause qui est en jeu et pourrait être la seule raison de cet accroissement des proportions d'urée.

Cette cause est précisément le ralentissement immédiat plus ou moins durable de l'excrétion rénale.

Peut-être est-ce là la seule cause de l'accumulation, peut-être y en a-t-il d'autres encore, comme par exemple, une formation légèrement activée. C'est là un point que je laisse dans le doute en raison des difficultés que présente la solution expérimentale du problème.

J'aborde maintenant la discussion de cette deuxième question : quel contre-coup l'accroissement de la proportion d'urée « d'origine digestive » exerce-t-il sur le fonctionnement de la machine animale?

Pour répondre au moins partiellement à la question ainsi limitée il me suffira d'indiquer quelques expériences que j'avais fait connaître en détail à mes leçons et ensuite sommairement publiées il y a plusieurs années déjà.

Ces expériences avaient trait aux causes qui font varier l'activité excrétoire des reins, toutes autres choses restant égales.

J'en dirai les quelques mots seulement qui seront nécessaires à l'application que j'ai à en faire ici.

Lorsque chez un animal porteur d'une fistule de l'uretère, on vient à accroître brusquement par injection intra-veineuse les quantités d'urée du sang; on voit presque immédiatement

la sécrétion rénale s'activer et cette mise en fonction plus intense est manifestement due à la présence de la substance, les expériences comparatives ne peuvent laisser aucuns doutes à ce point de vue « il s'agit du reste d'injection d'urée non massives et susceptibles de porter à 1,5 à 2 p. 1000 les proportions contenues dans le sang. »

Que doit-on déduire de ces faits expérimentaux dans la question spéciale qui m'occupe en ce moment.

On doit conclure que l'accroissement d'urée *dans l'état digestif* est précisément UNE des causes qui active la sécrétion rénale dans le même état.

Il en est de l'urée corps de déchet solide, absolument comme de l'acide carbonique corps de déchet gazeux.

La présence *croissante* de l'un ou de l'autre dans le sang exagère le fonctionnement des appareils respectifs chargés de rejeter ces corps au dehors.

Ces appareils sont aussi bien l'un que l'autre mis automatiquement en activité plus grande par les substances mêmes qu'ils éliminent, et restituent au monde extérieur à l'être. — L'effet se manifeste immédiatement et proportionnellement tant que les quantités ne sont pas telles que l'appareil en soit atteint dans la constitution de ses rouages.

Il faut ajouter pour être complet que les reins ne sont pas les seuls organes de sécrétion, mis en activité plus grande par les infections d'urée intra-veineuses.

Quand les proportions sont un peu élevées (non extrêmes) on peut voir mis en œuvre même des appareils à mécanismes nerveux initiaux nécessaires.

Je ne cite du reste cette particularité que pour montrer quelle complexité de phénomènes peut faire apparaître cette simple cause : un accroissement modéré de l'urée existant dans le liquide qui circule dans les vaisseaux.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME DIX-SEPTIÈME.

ANATOMIE NORMALE.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE.

PHYSIOLOGIE NORMALE ET PATHOLOGIQUE.

CHIMIE BIOLOGIQUE.

ZOOLOGIE.

TABLE DES AUTEURS

TABLE DES PLANCHES

FIN DE LA TABLE DES PLANCHES DU TOME DIX-SEPTIÈME.

Le propriétaire-gérant,

GERMER BAILLIÈRE.

Saint-Denis. — Imprimerie de CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.

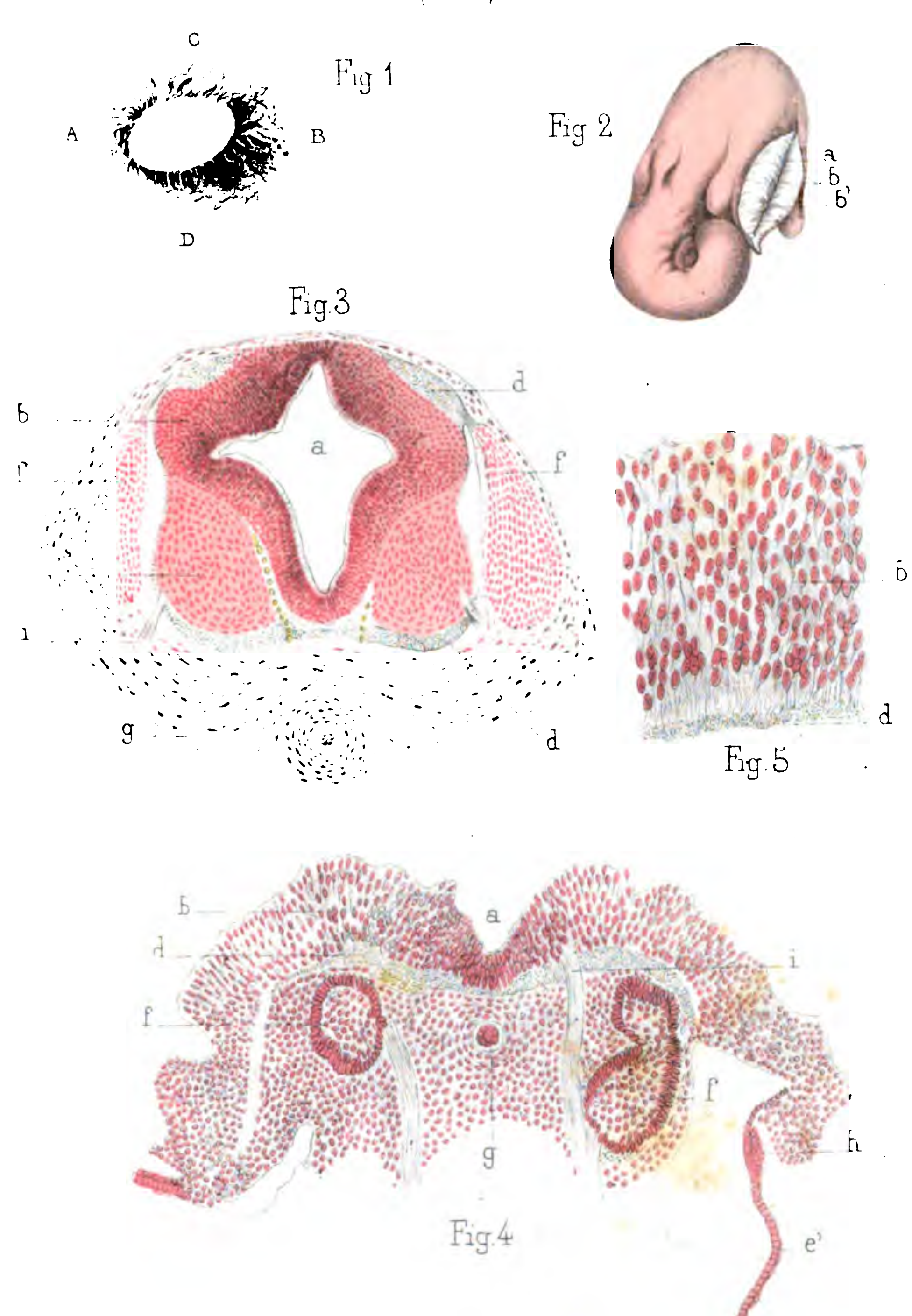


Fig. 4

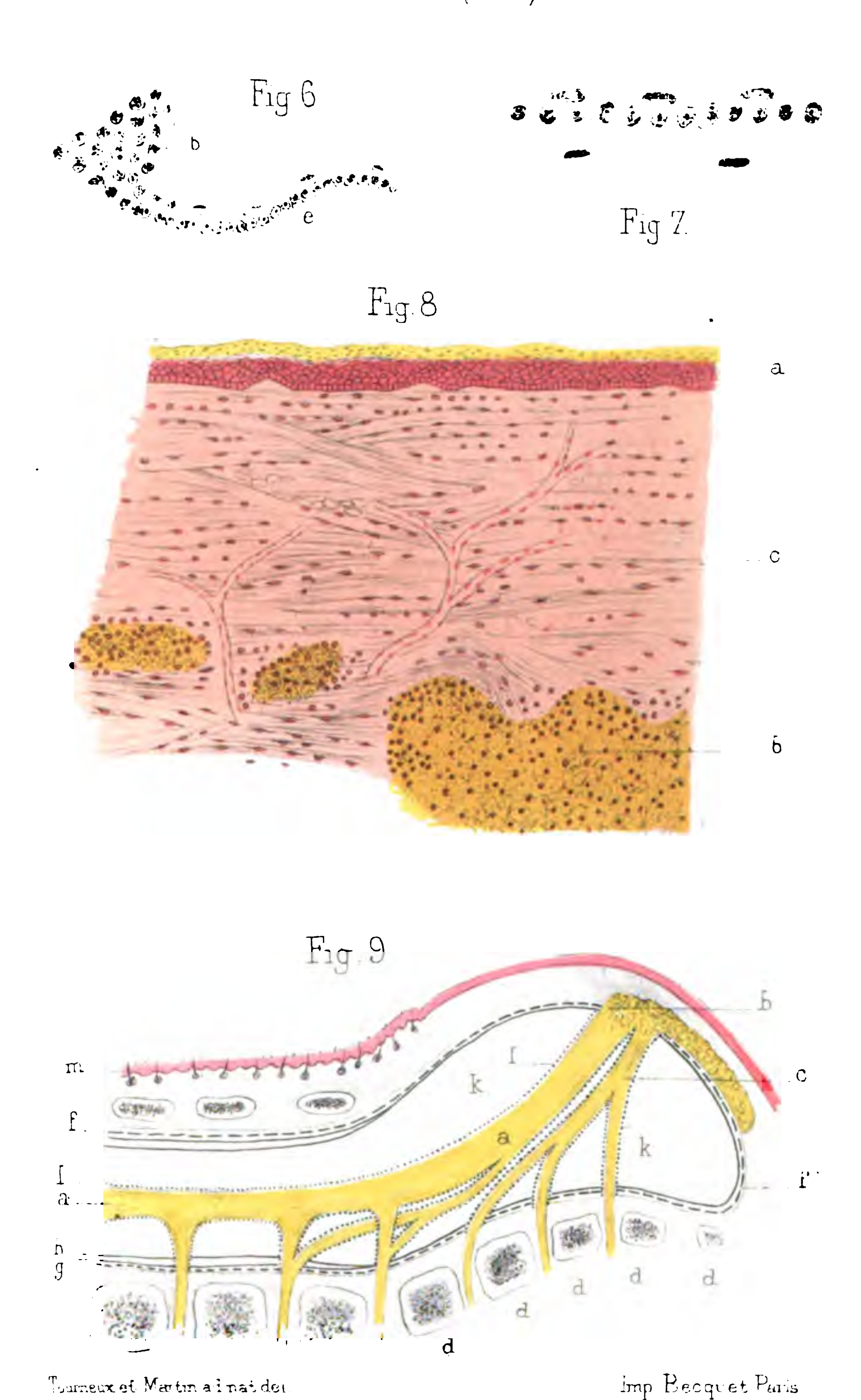
Tourneux et Martin ad nat. del.

Imp. Becquet, Paris

Contribution à l'histoire du Spina Bifida.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

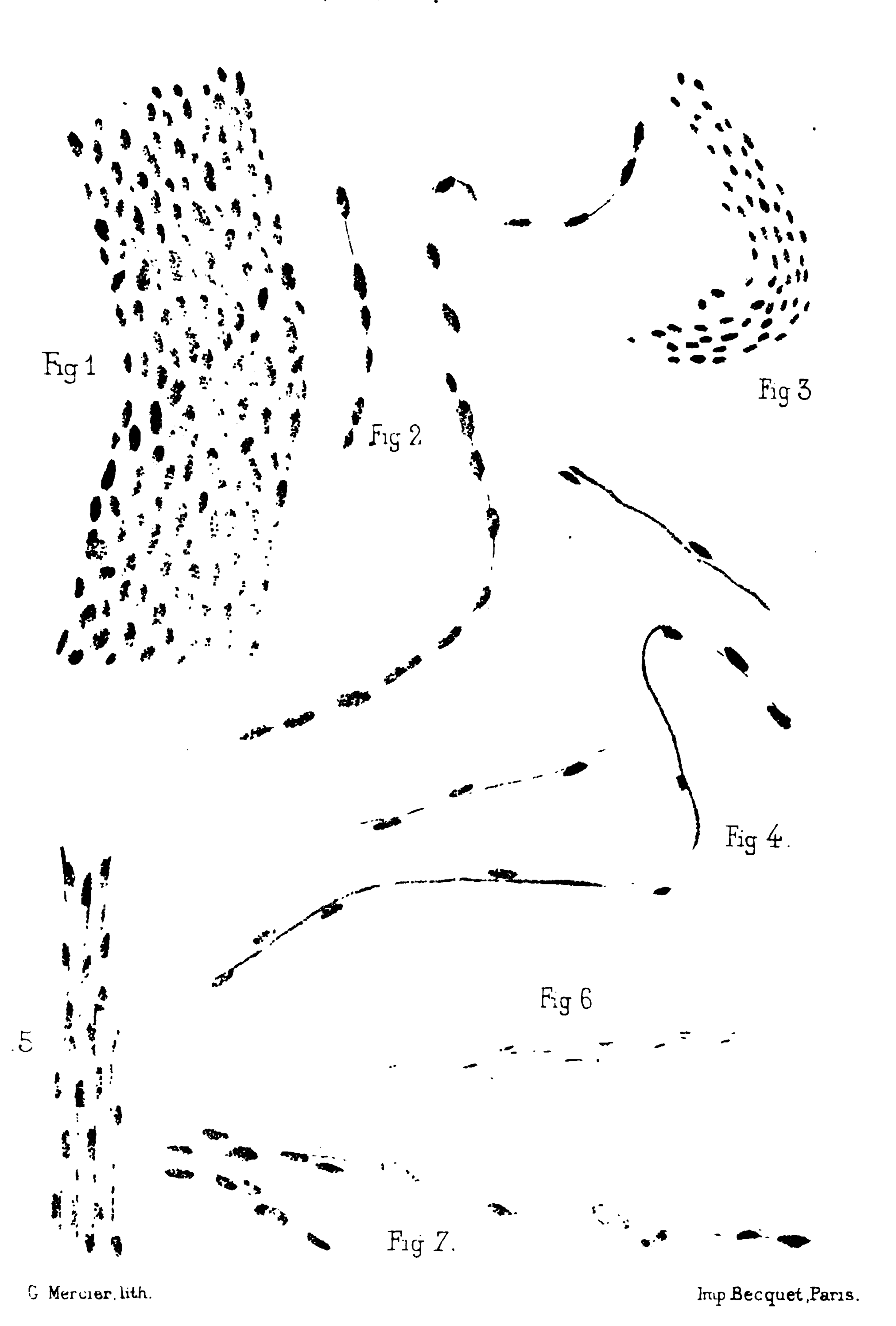




Tourneux et Martin aîné del.

Imp. Becquet Paris

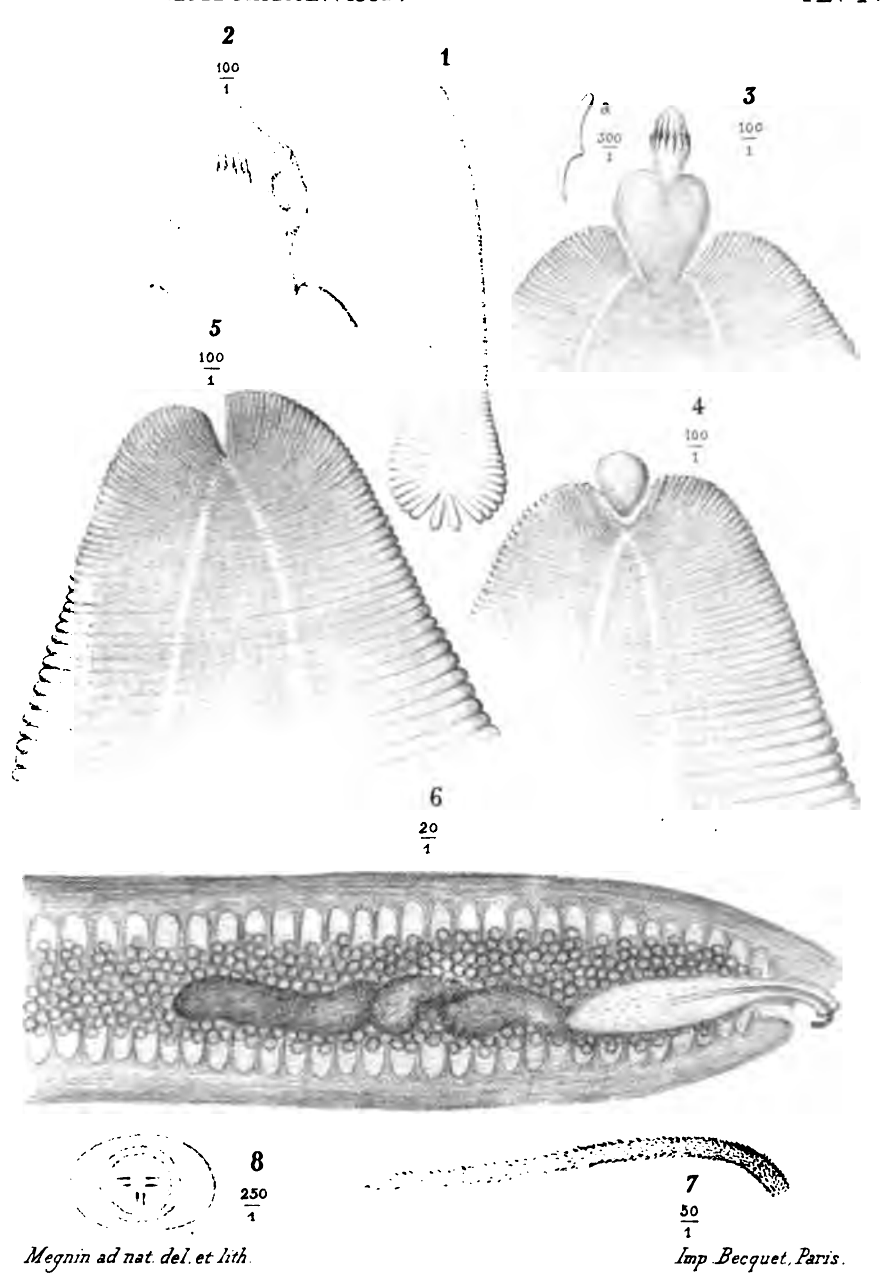
Contribution à l'histoire du Spina Bifida.



G. Mercier, lith. Imp. Becquet, Paris.

Anat: path. des paralysies diphtéritiques.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

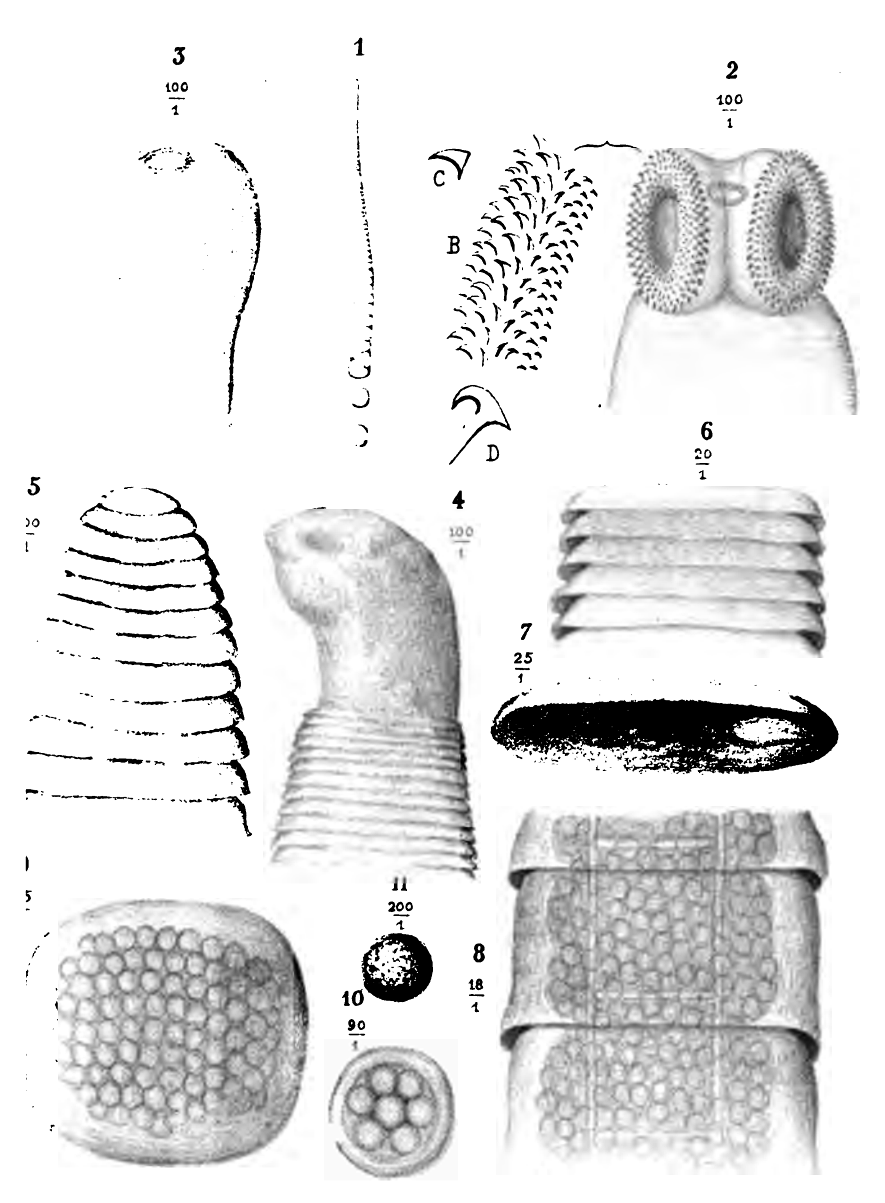


Megnin ad nat. del. et lith.   *Imp. Becquet, Paris.*

Tœnia Lanceolata (Gœze.)

(des Palmipèdes.)

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



...mn ad nat. del et lith. *Imp. Becquet Paris.*

Tœnia echinobothrida.

(des Gallinacés.)

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.

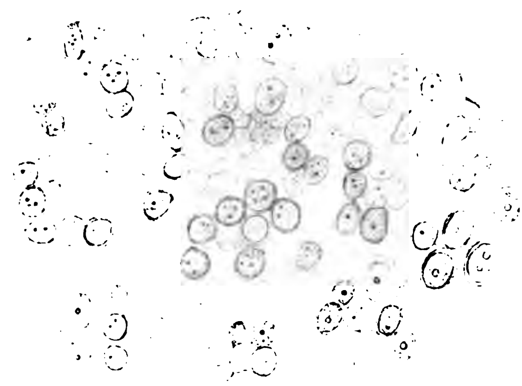


Fig. 2.

Fig. 4.

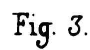
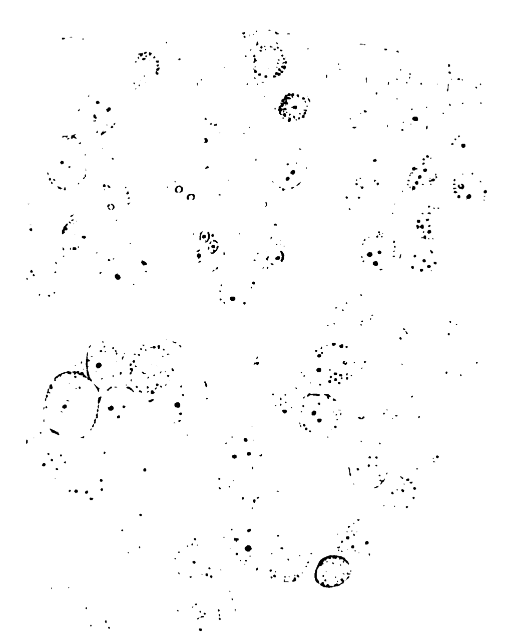


Fig. 3.

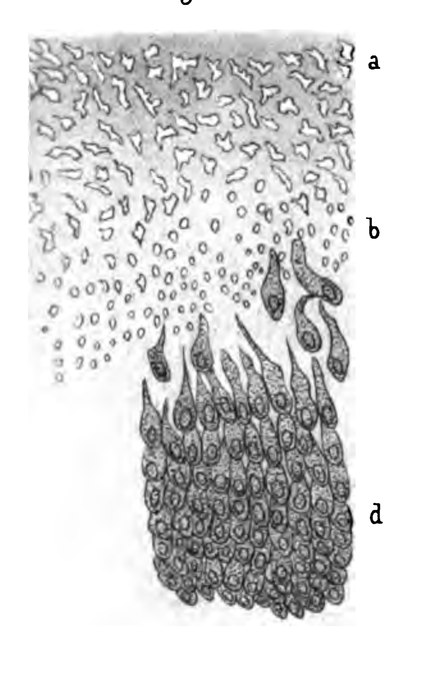


G. Mercier lith. Imp. Becquet. Paris.

Formation des vesicules de de Graaf.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.



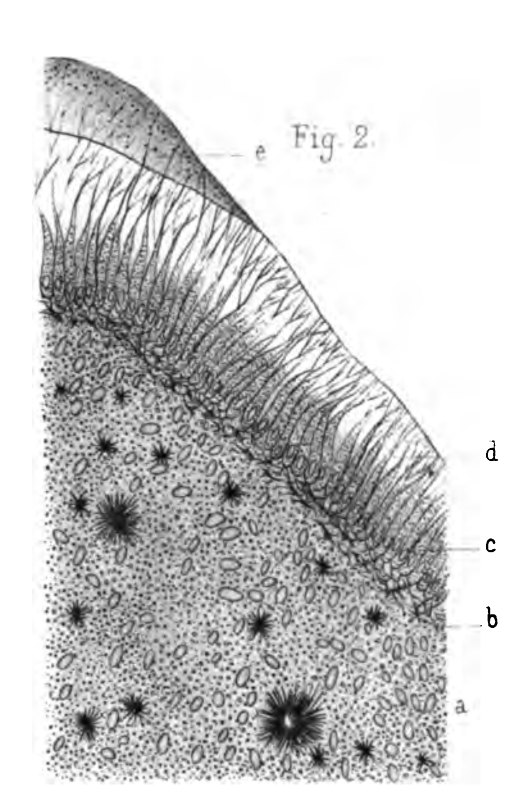
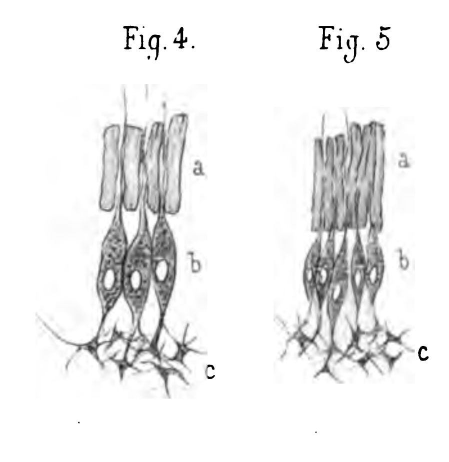


Fig. 3.

a
b
c



Nicolet lith. Imp. Becquet, Paris.

Développement de l'organe dentaire chez les mammifères.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

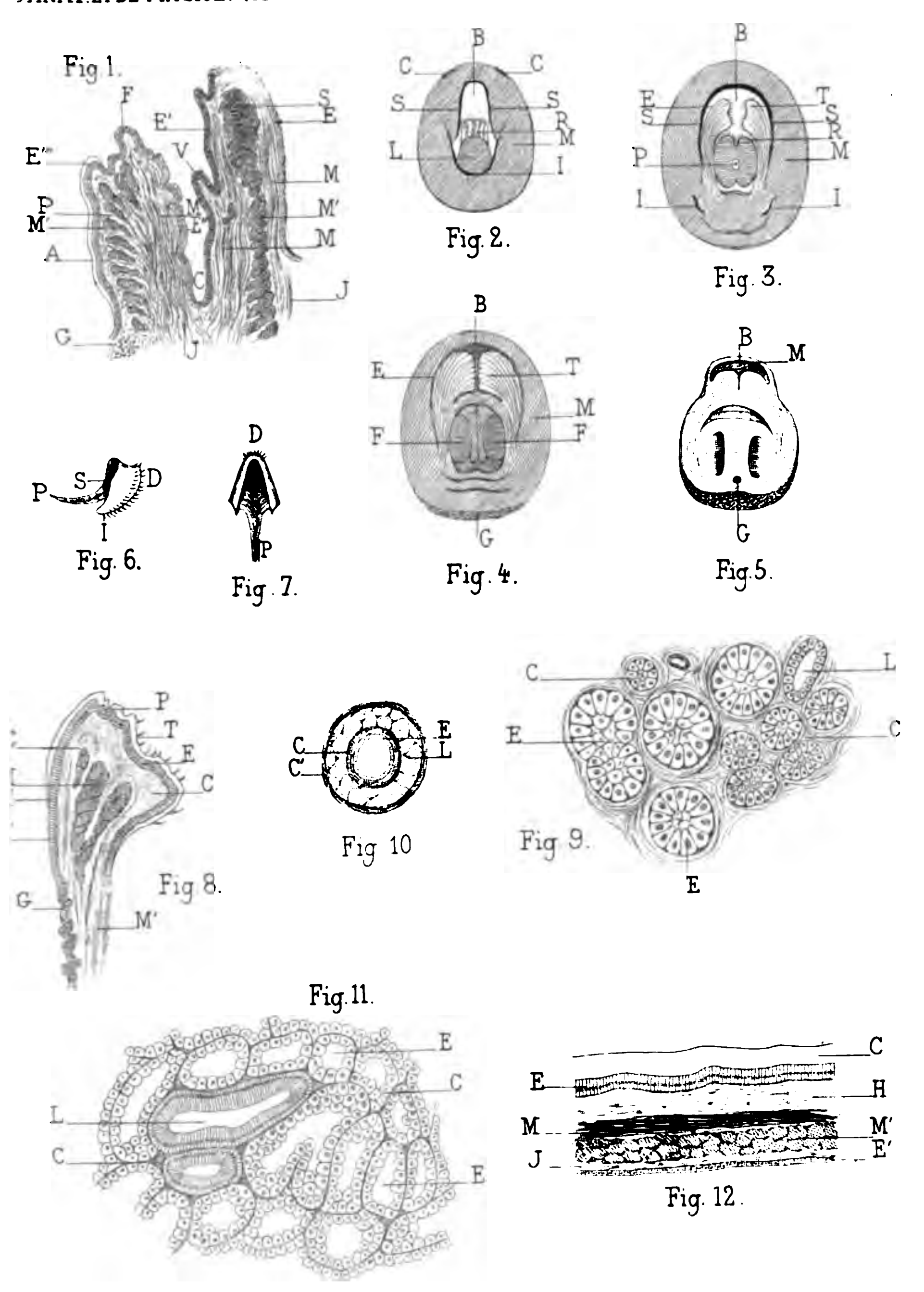
Fig. 4.

Nicolet lith.

Imp. Becquet. Paris.

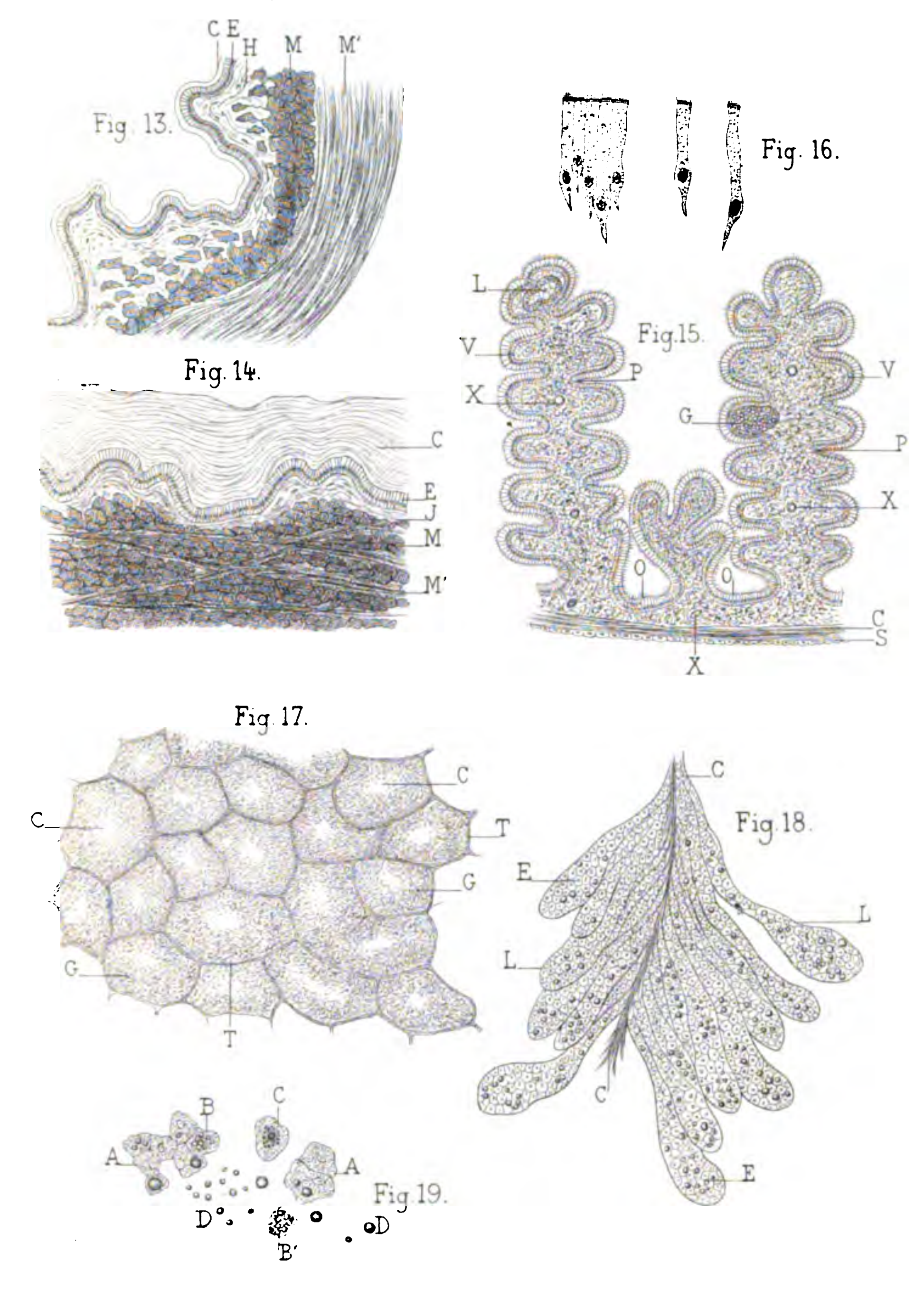
Développement de l'organe dentaire chez les mammifères.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



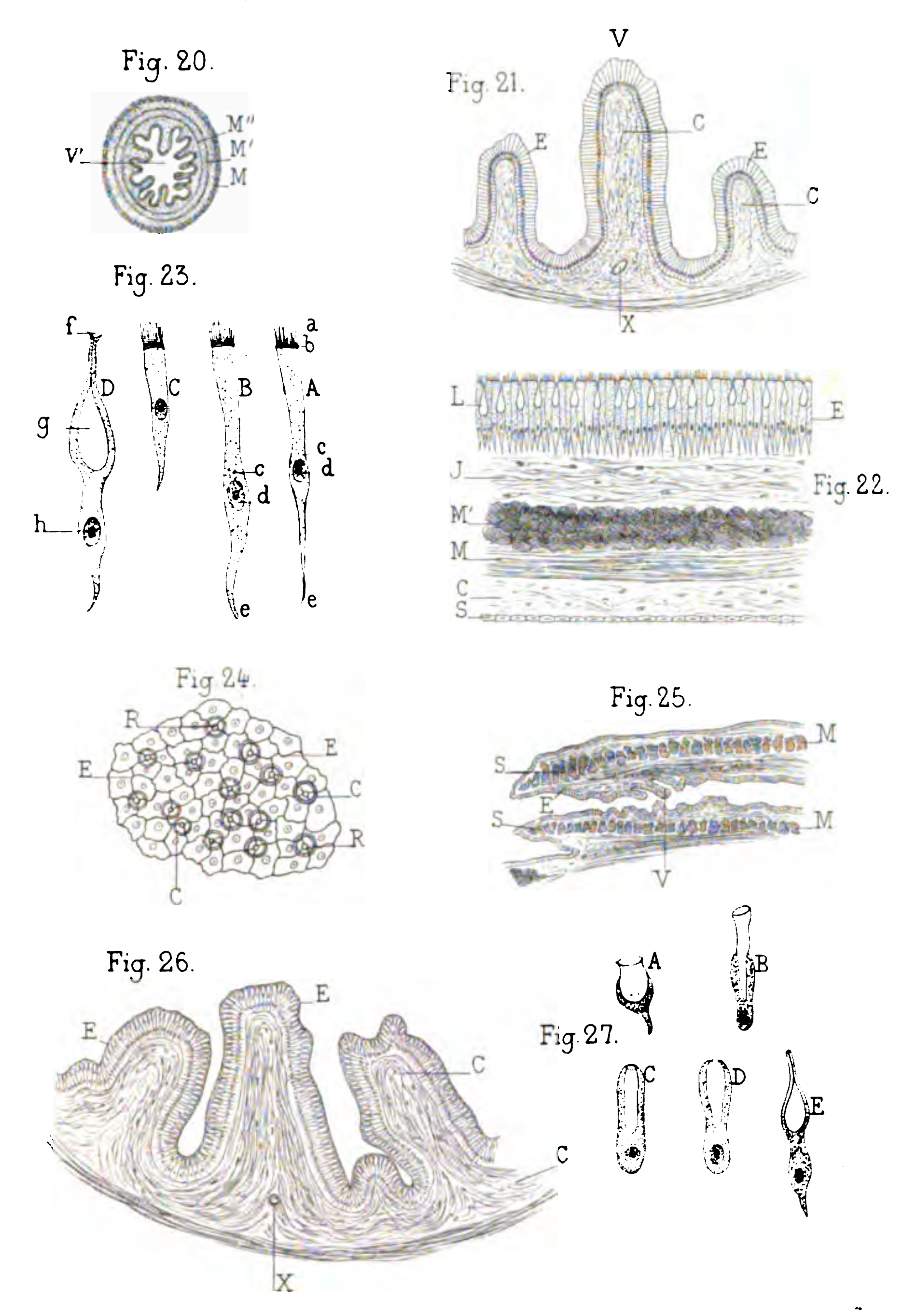
Mercier, lith. Imp. Becquet, Paris Dr Ch. Livon, de.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris



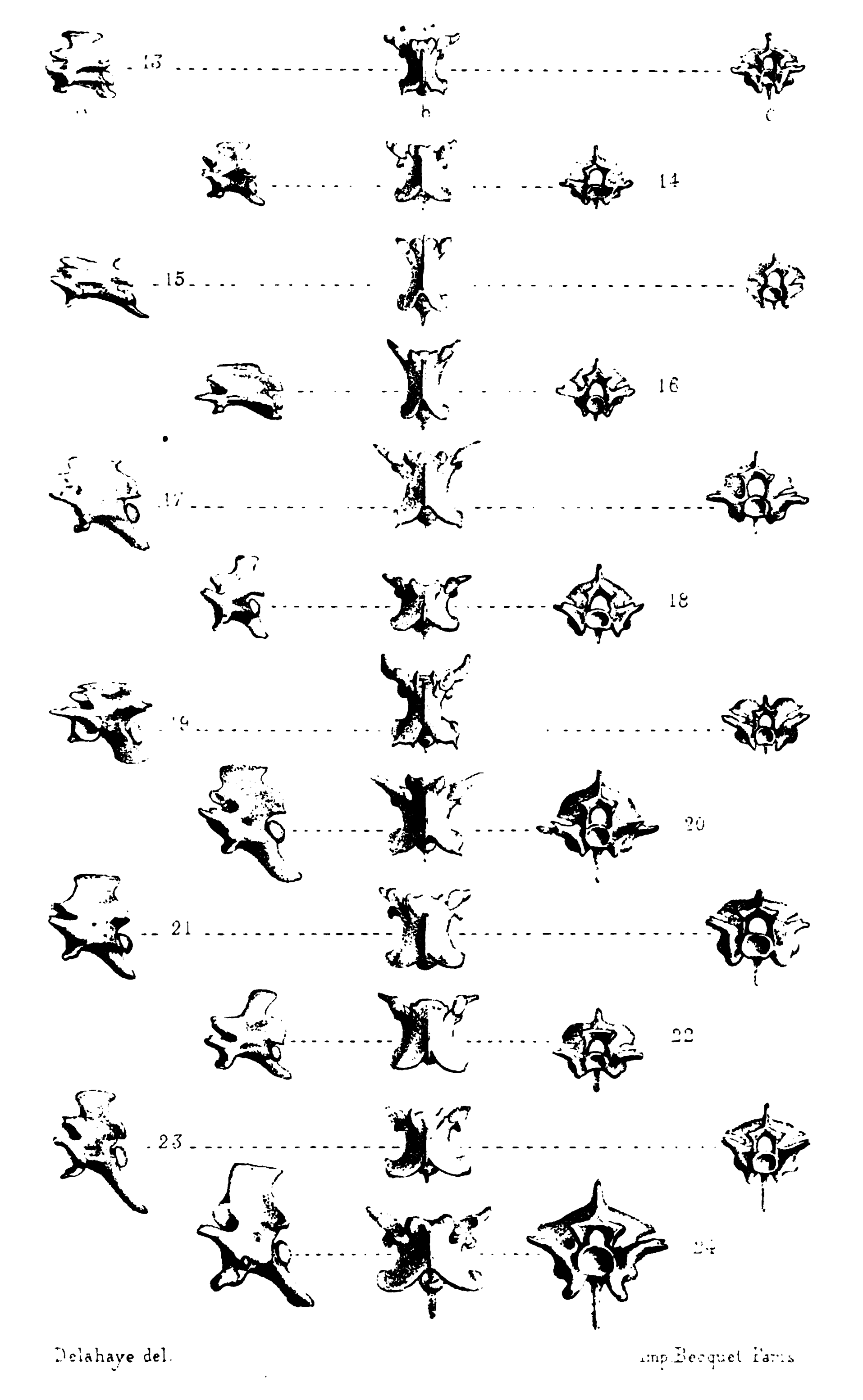
G. Mercier, lith. Imp. Becquet, Paris. Dr Ch. Livon, del.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



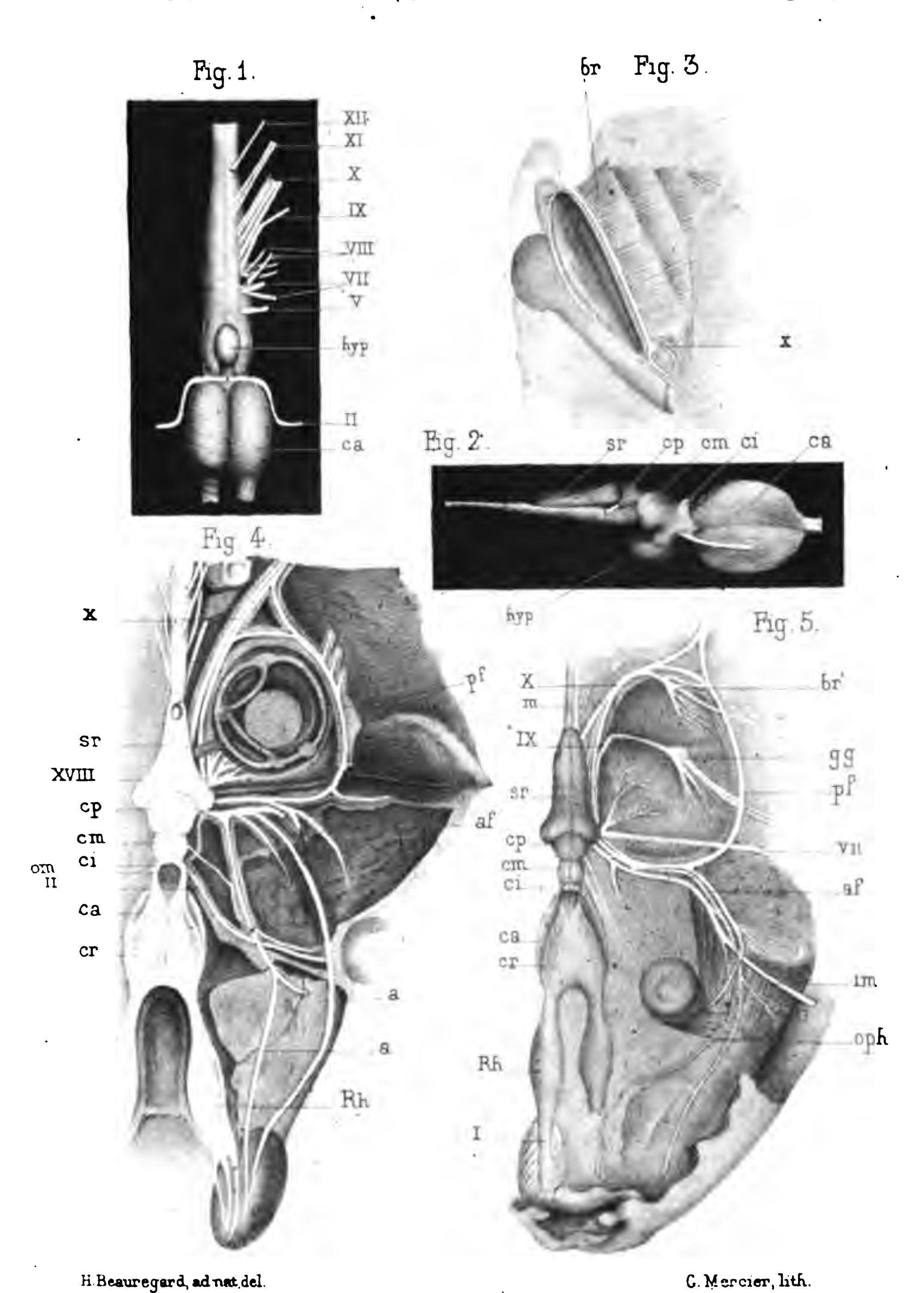
Mercier, lith. Imp. Becquet, Paris Dr Ch Livon del.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Vertèbres d'Ophidiens.

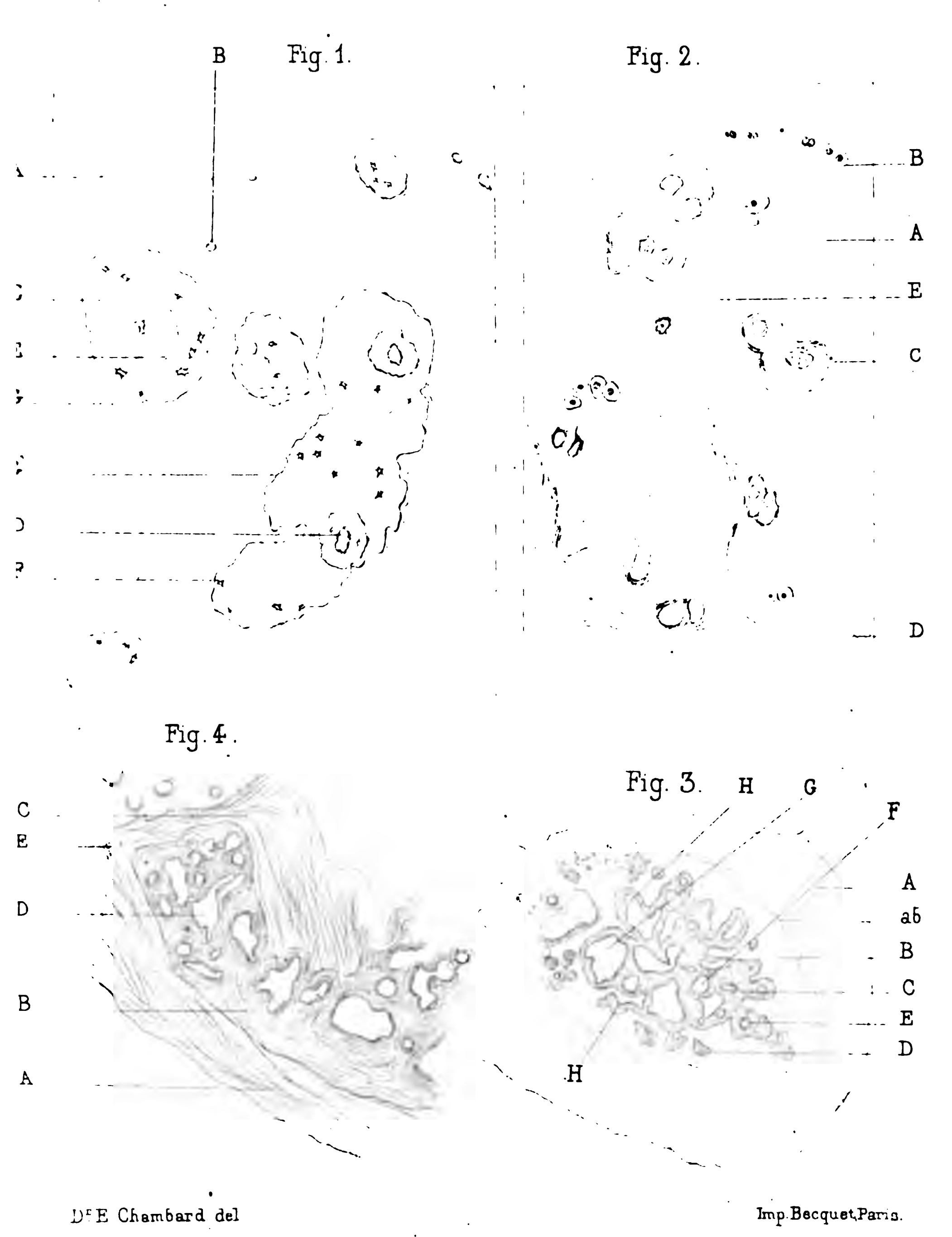
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



H. Beauregard, ad nat. del. G. Mercier, lith.

Encephale du Ceratodus Forsteri.

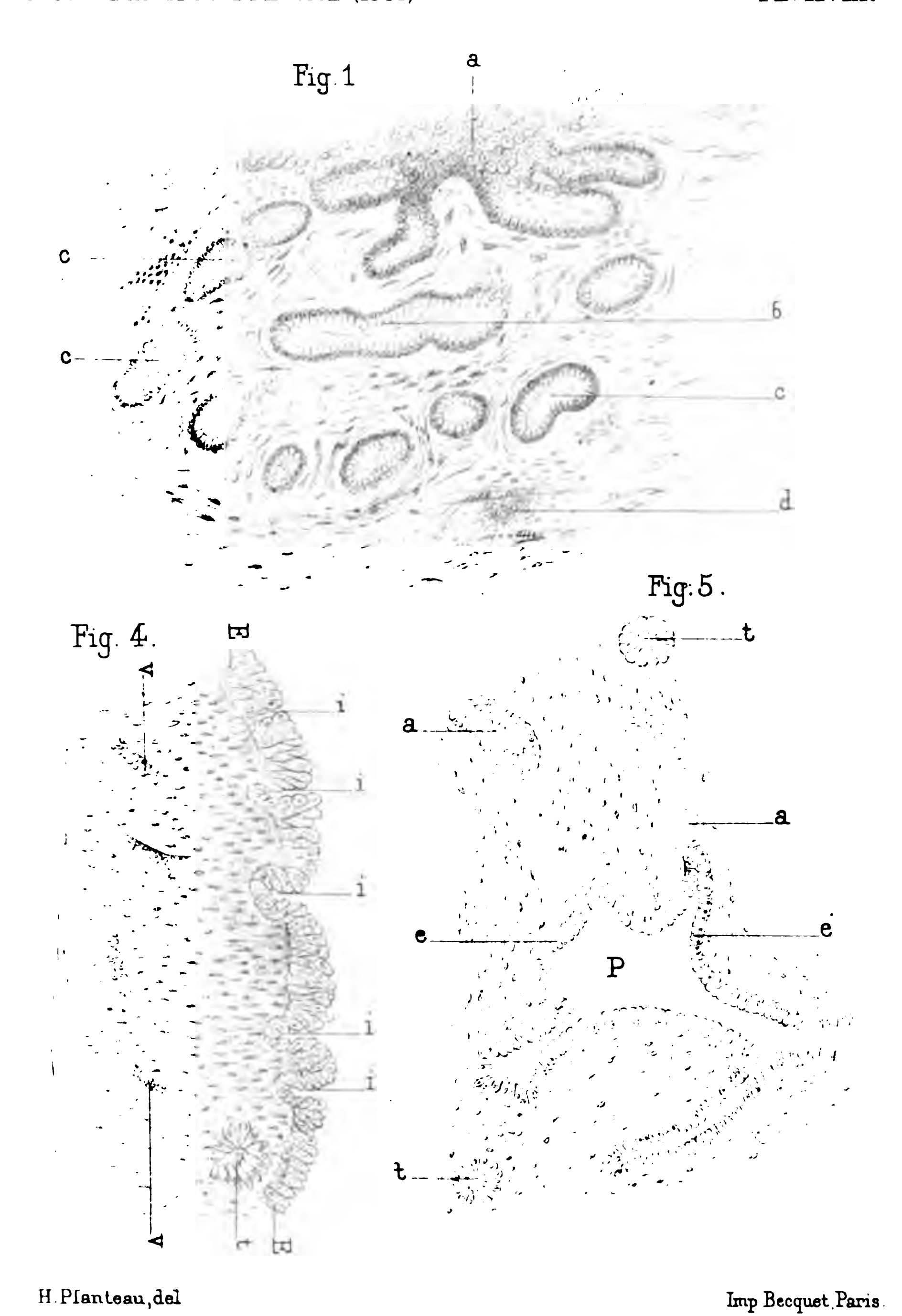
Germer Baillière, Libraire à Paris.
Imp. Becquet, Paris.



Dr E Chambard del Imp. Becquet, Paris.

Chondrôme ossifié de la main.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

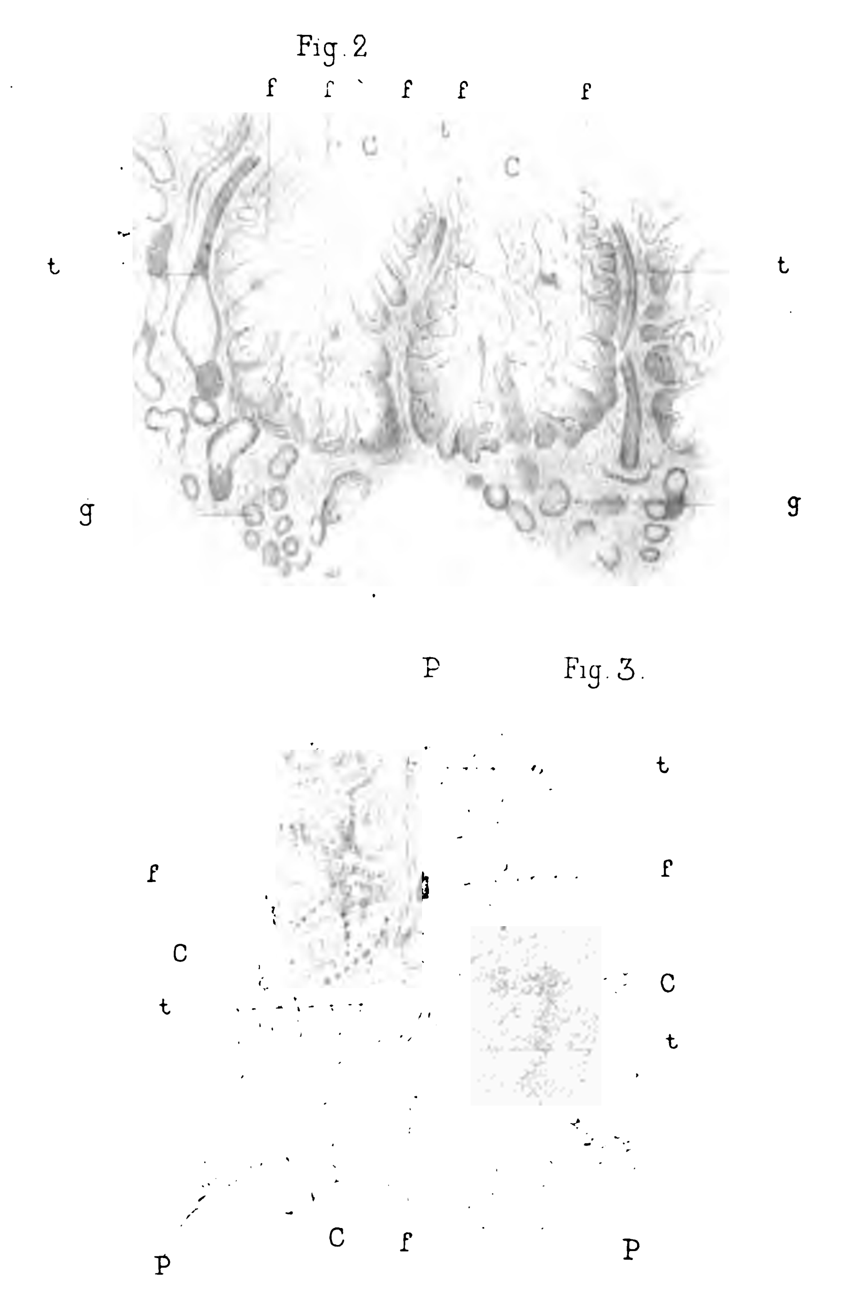


H. Planteau, del

Imp Becquet, Paris.

Muqueuse utérine.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

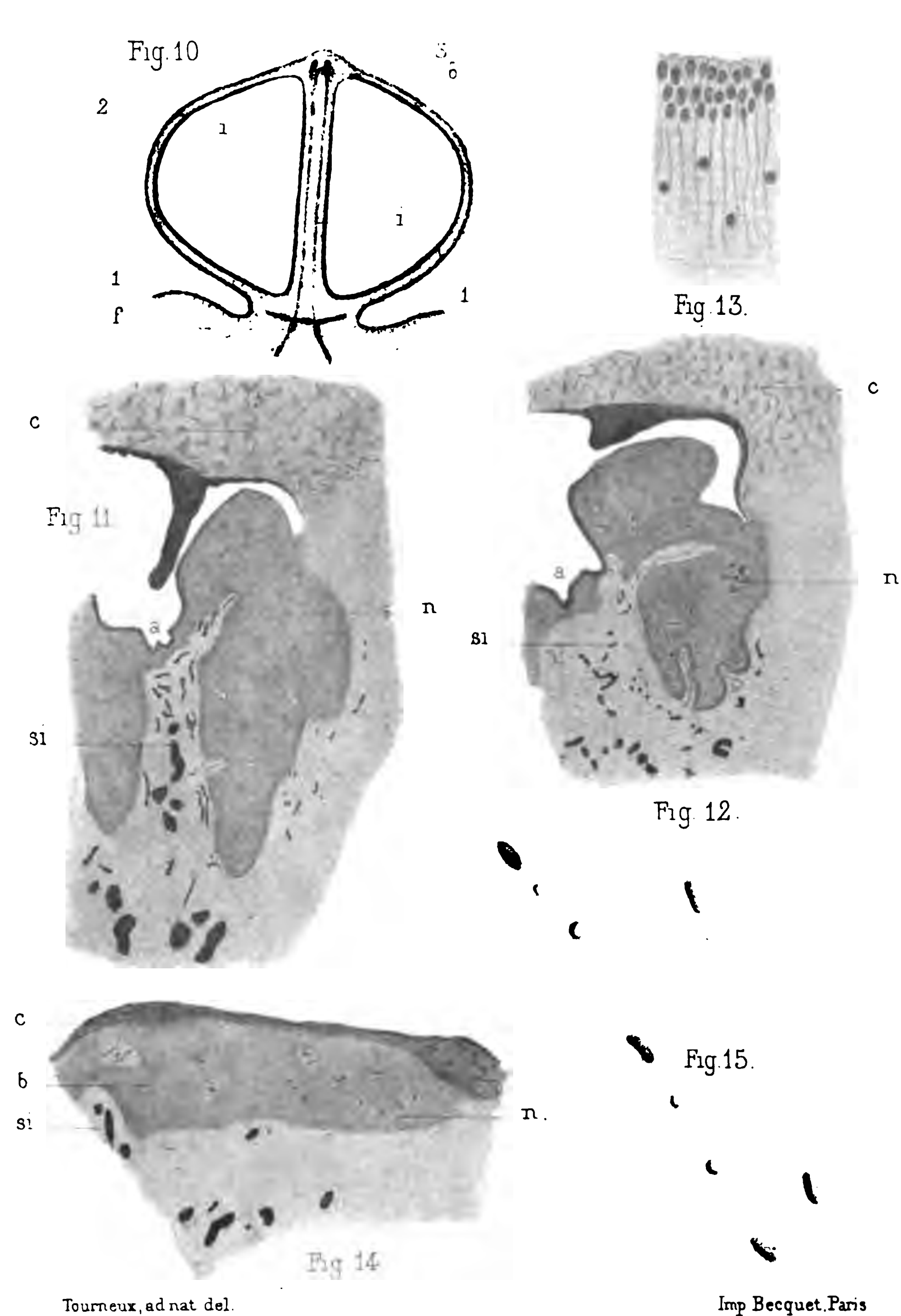


H. Planteau, del.

Imp. Becquet, Paris

Muqueuse utérine.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

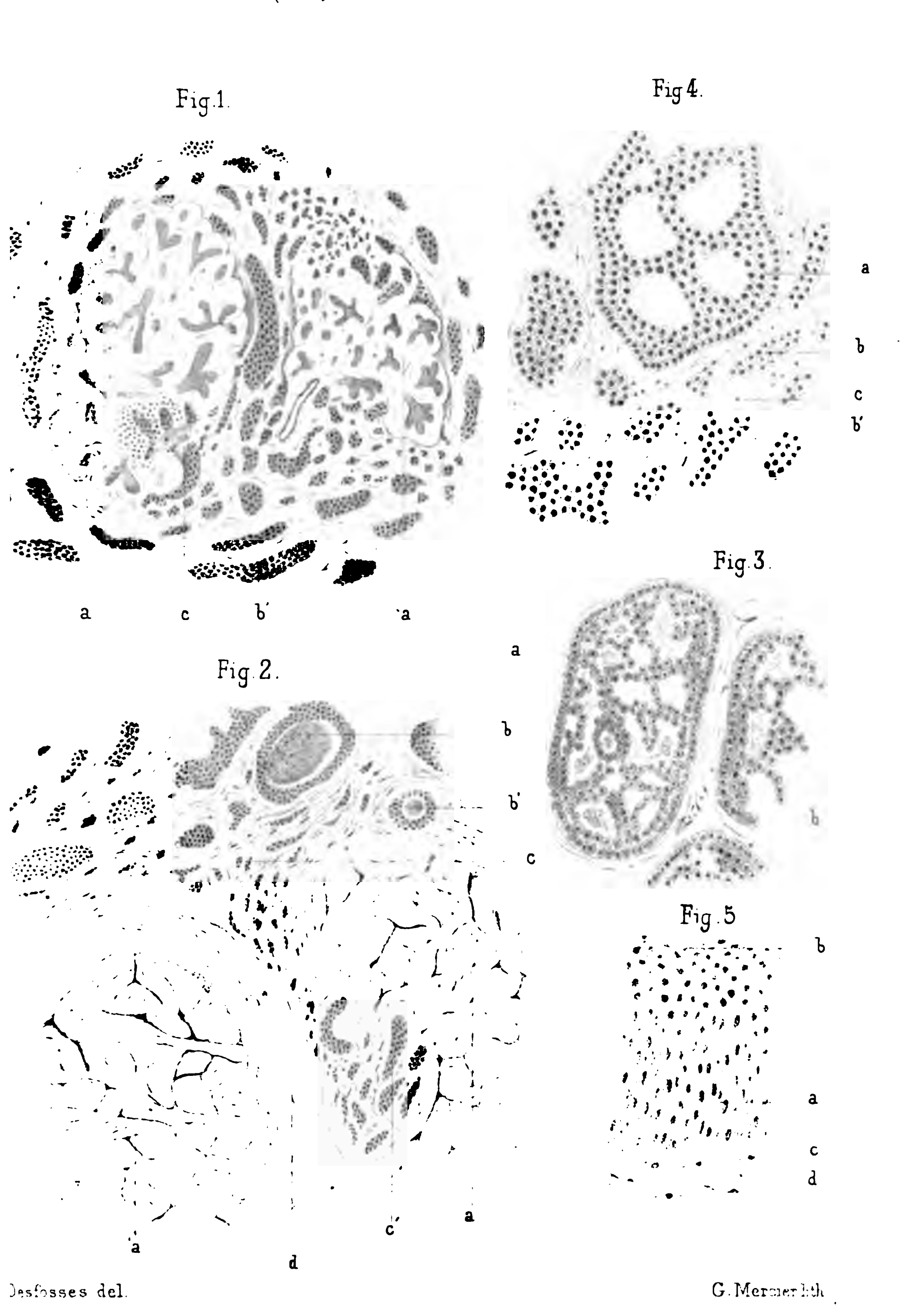


Tourneux, ad nat del.

Imp Becquet. Paris

Contribution à l'histoire du spina bifida (suite.)

Germer Baillière, Libraire à Paris

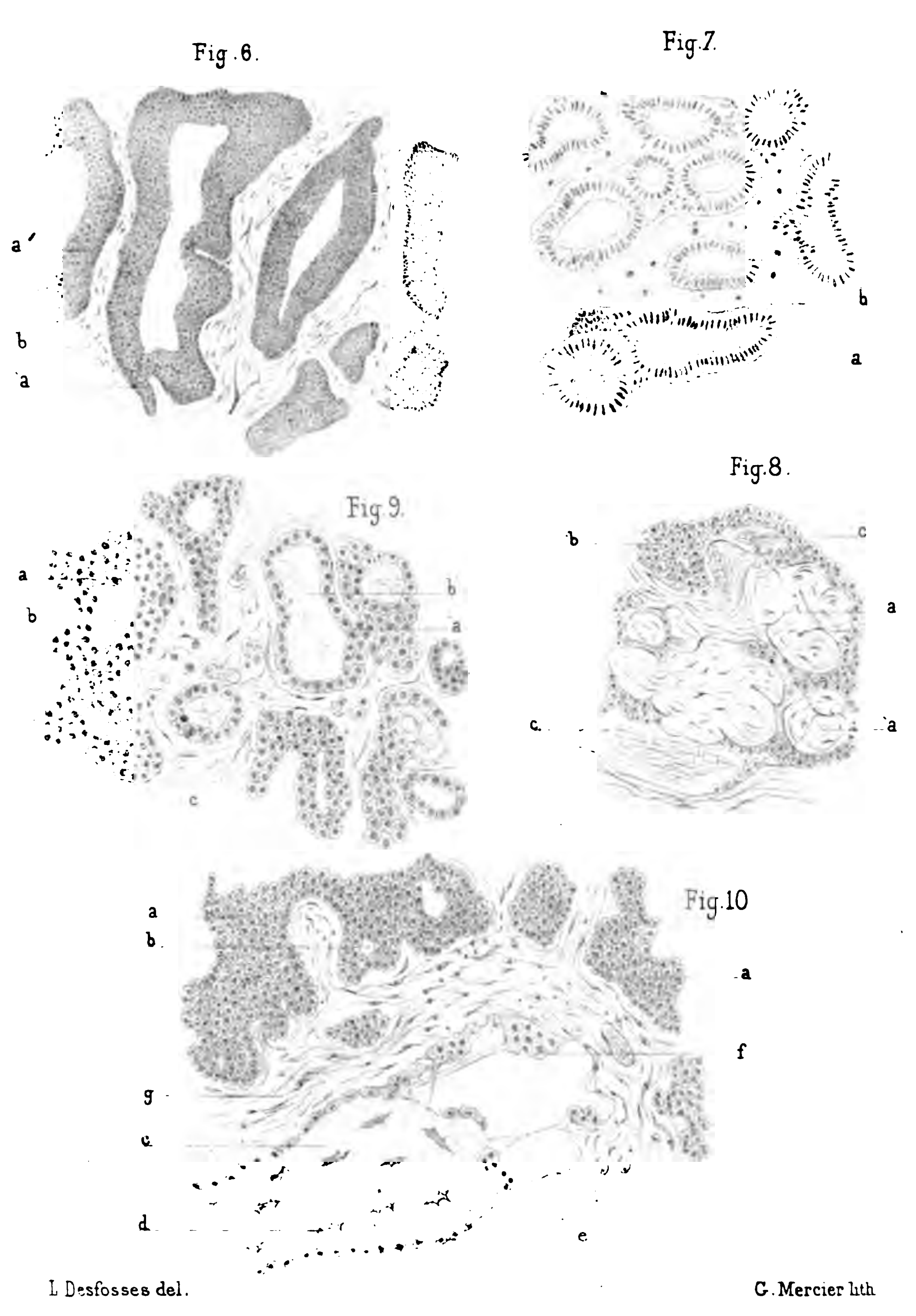


Desfosses del. G. Mercier lith.

Théorie épithéliale du cancer

Germer Baillière, Libraire à Paris

IMP BECQUET PARIS

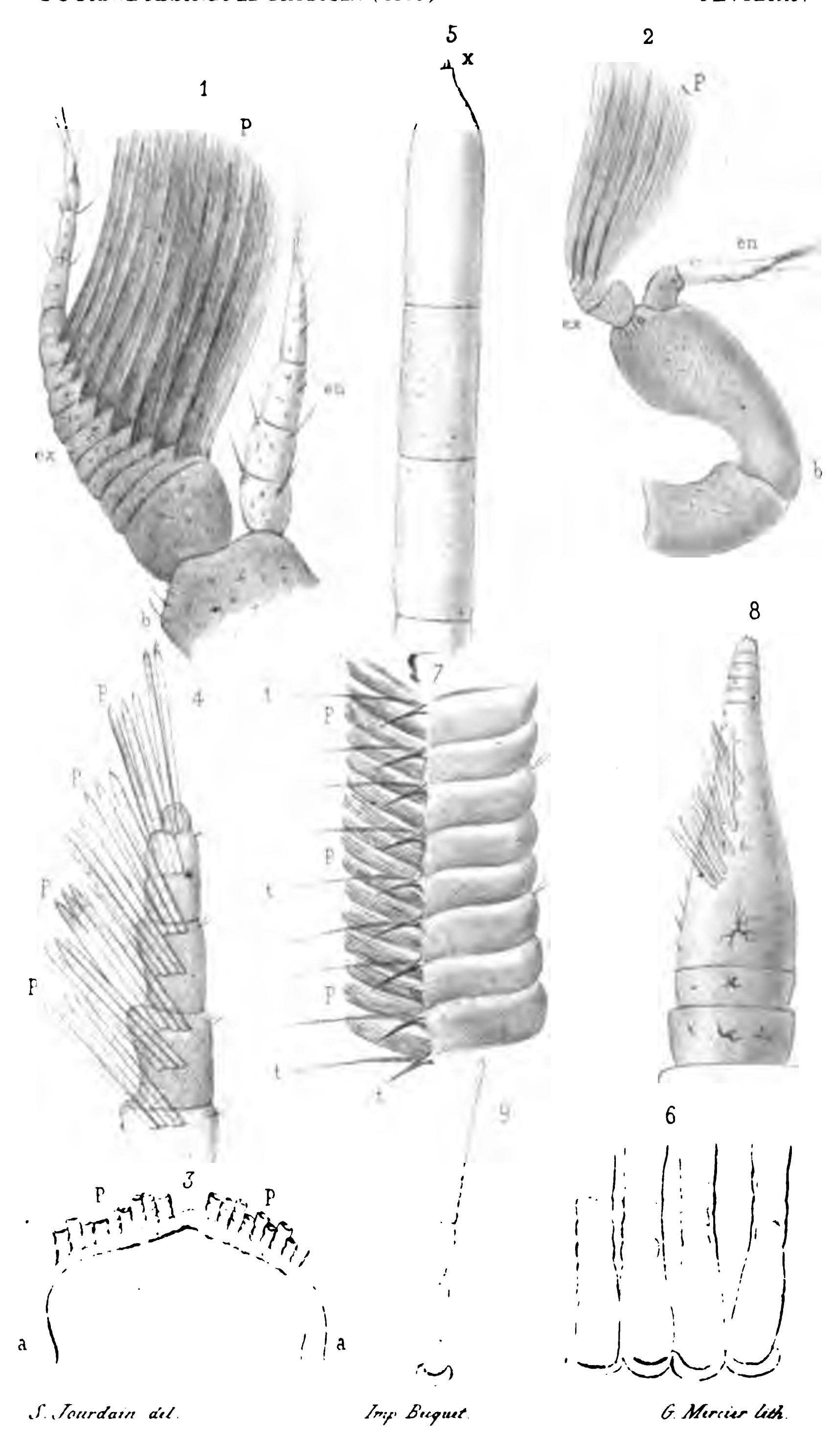


L. Desfosses del. G. Mercier lith.

Théorie épithéliale du cancer

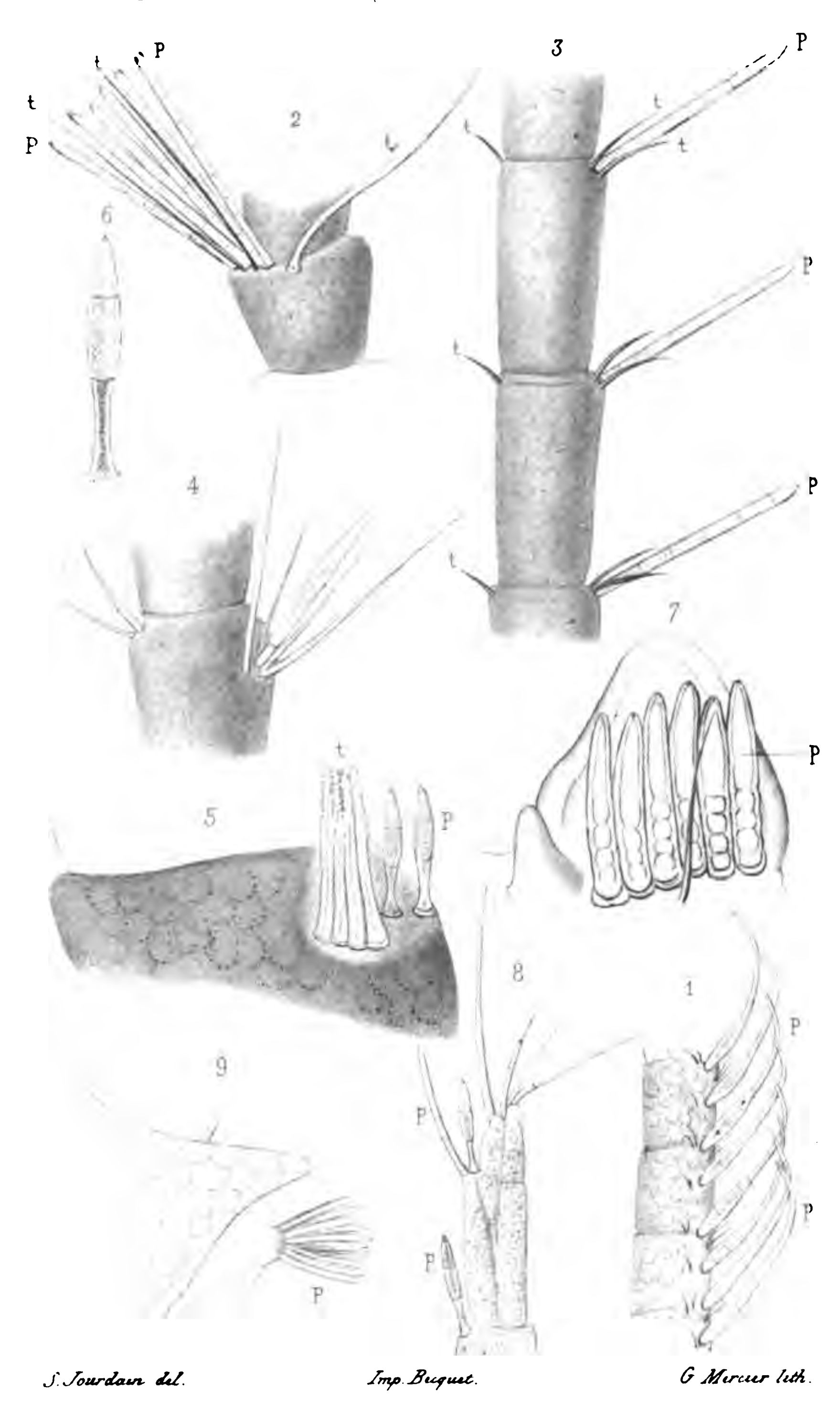
Germer Baillière Libraire à Paris

IMP. BECQUET PARIS



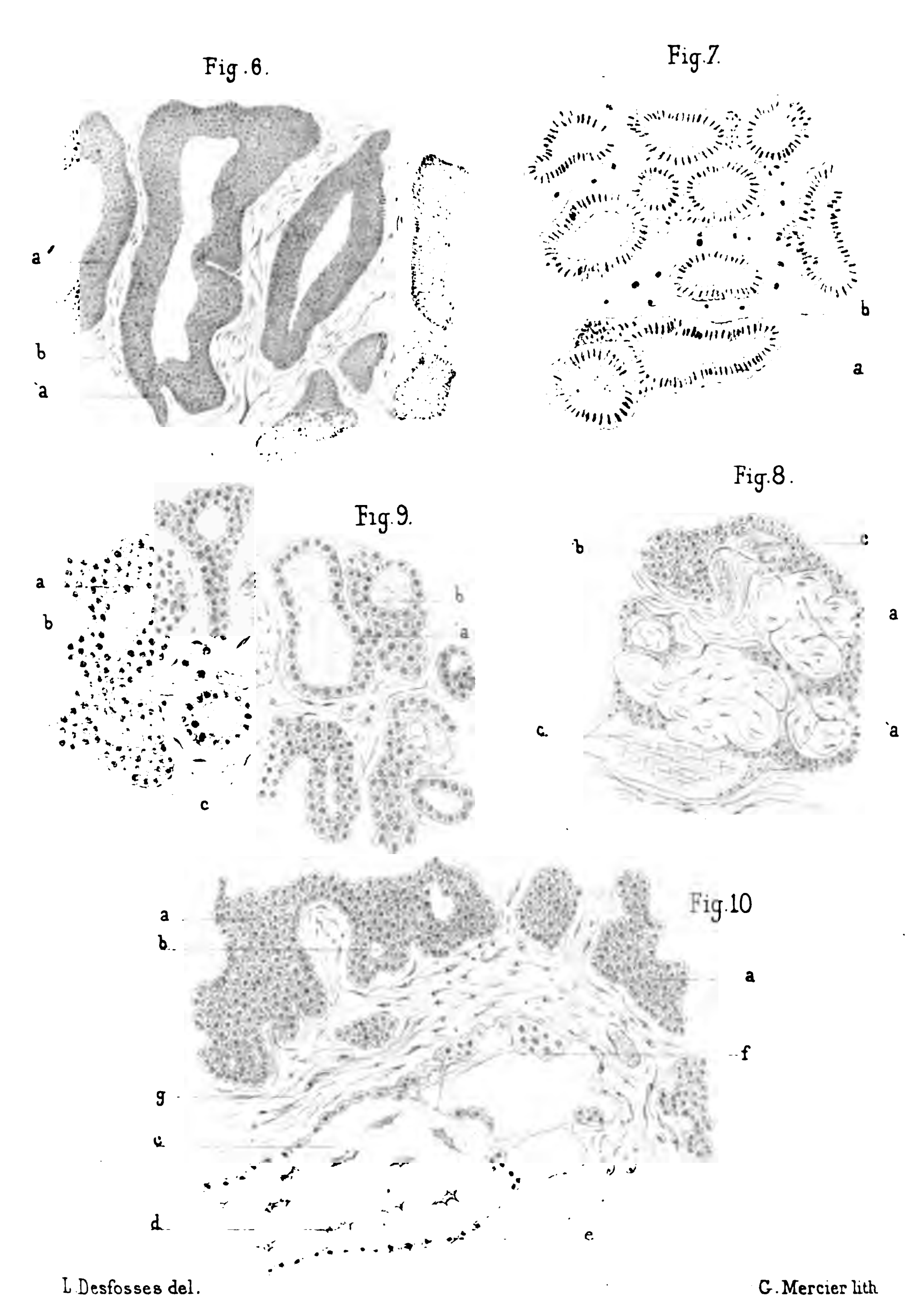
S. Jourdain del. Imp. Becquet. G. Mercier lith.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



J. Jourdain del. Imp. Becquet. G. Mercier lith.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



L. Desfosses del. G. Mercier lith.

Théorie épithéliale du cancer

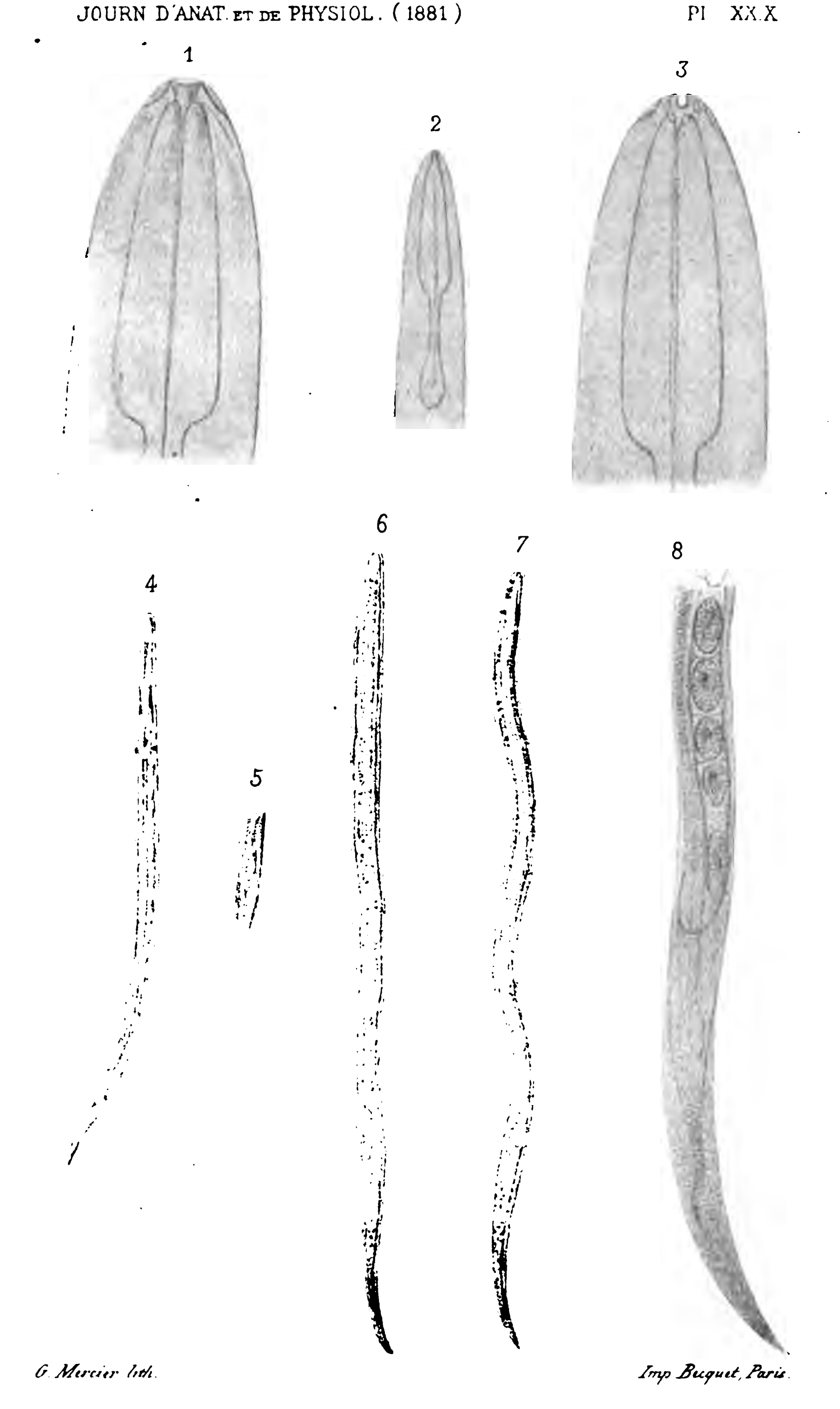
Germer Baillière Libraire à Paris

IMP BECQUET PARIS

Ch. Robin del. Imp. Buquet, Paris.

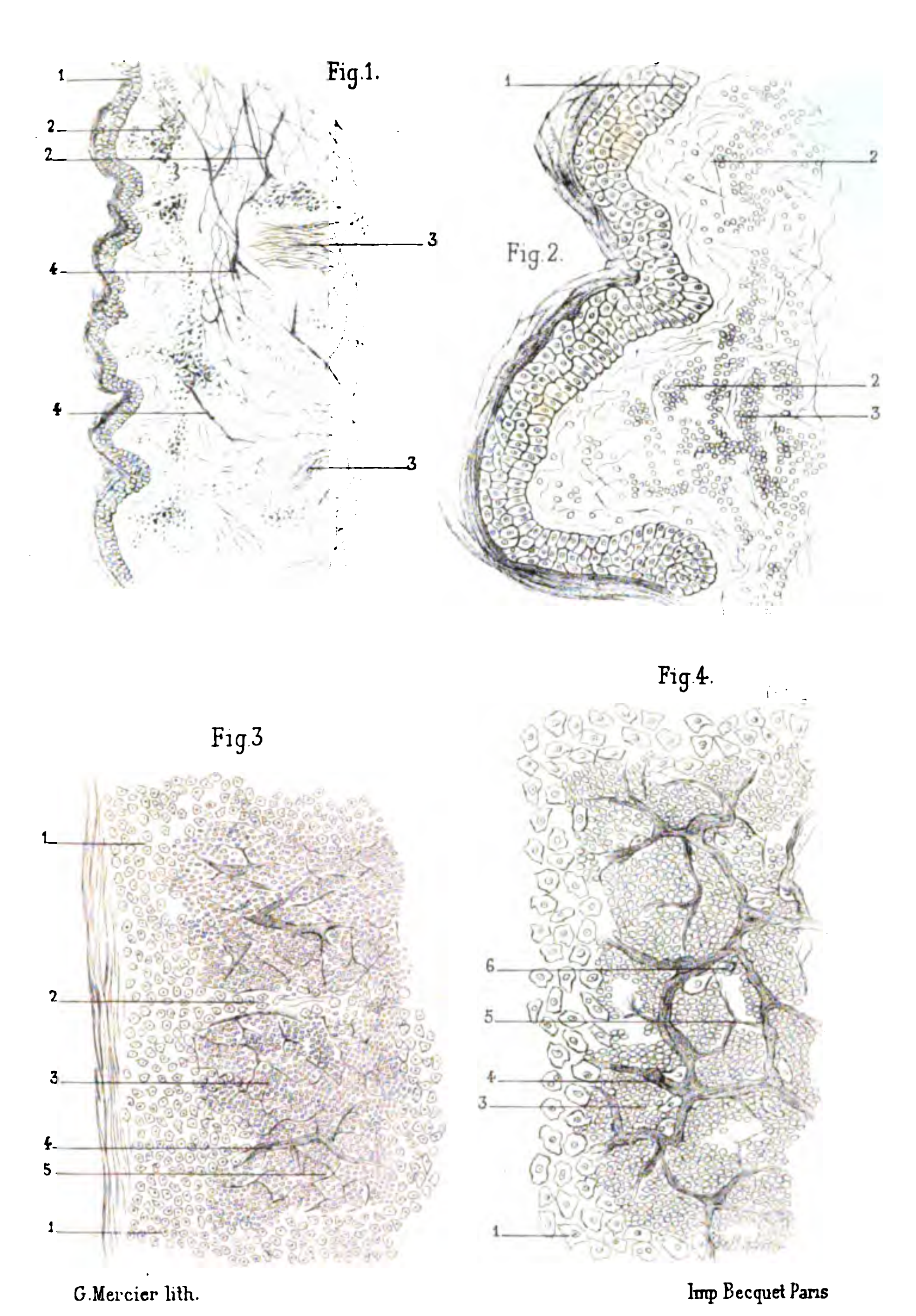
Testicules des anguilles.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Pseudo-rhabditis stercoralis.

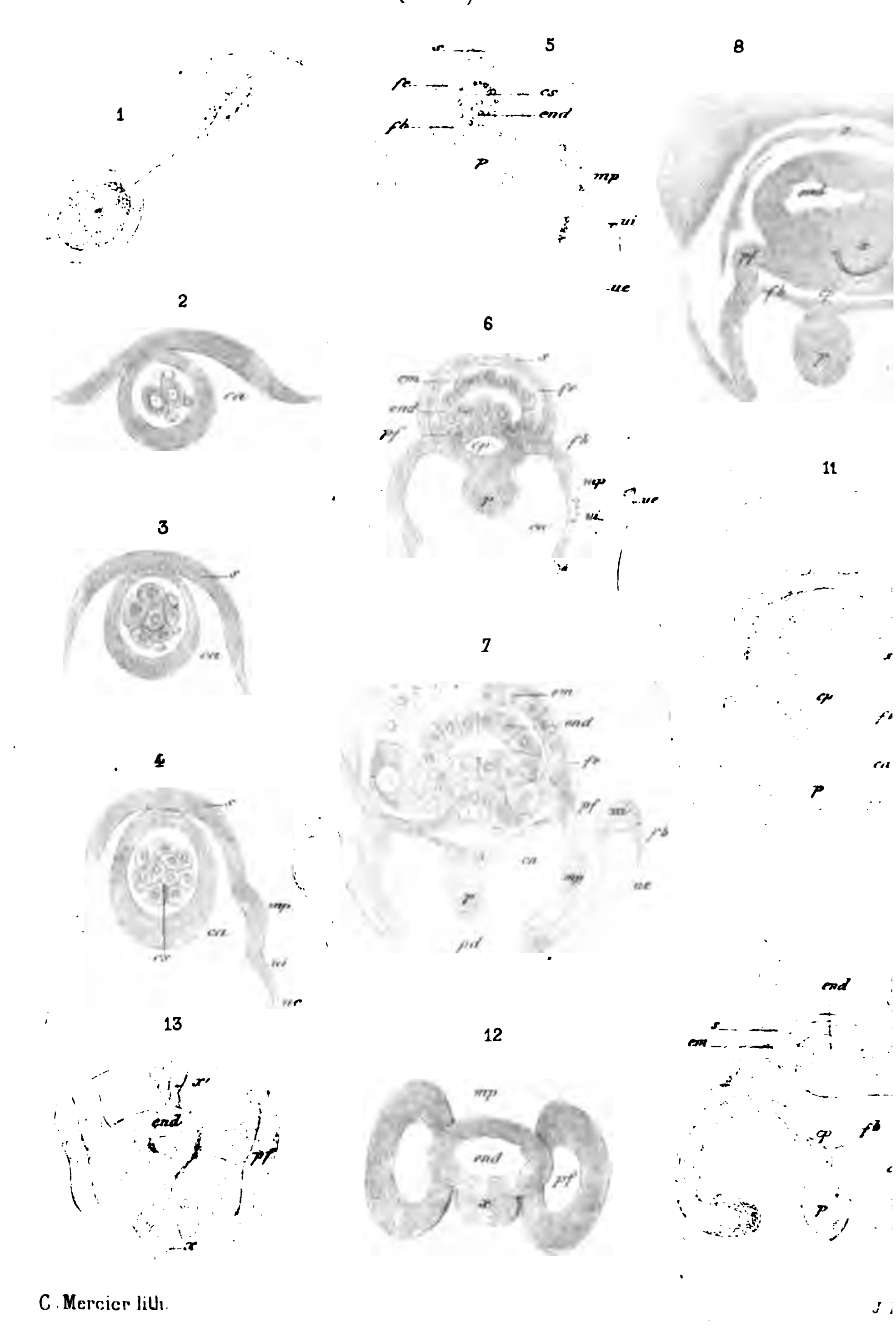
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



G. Mercier lith. Imp Becquet Paris

Purpura hémorrhagique

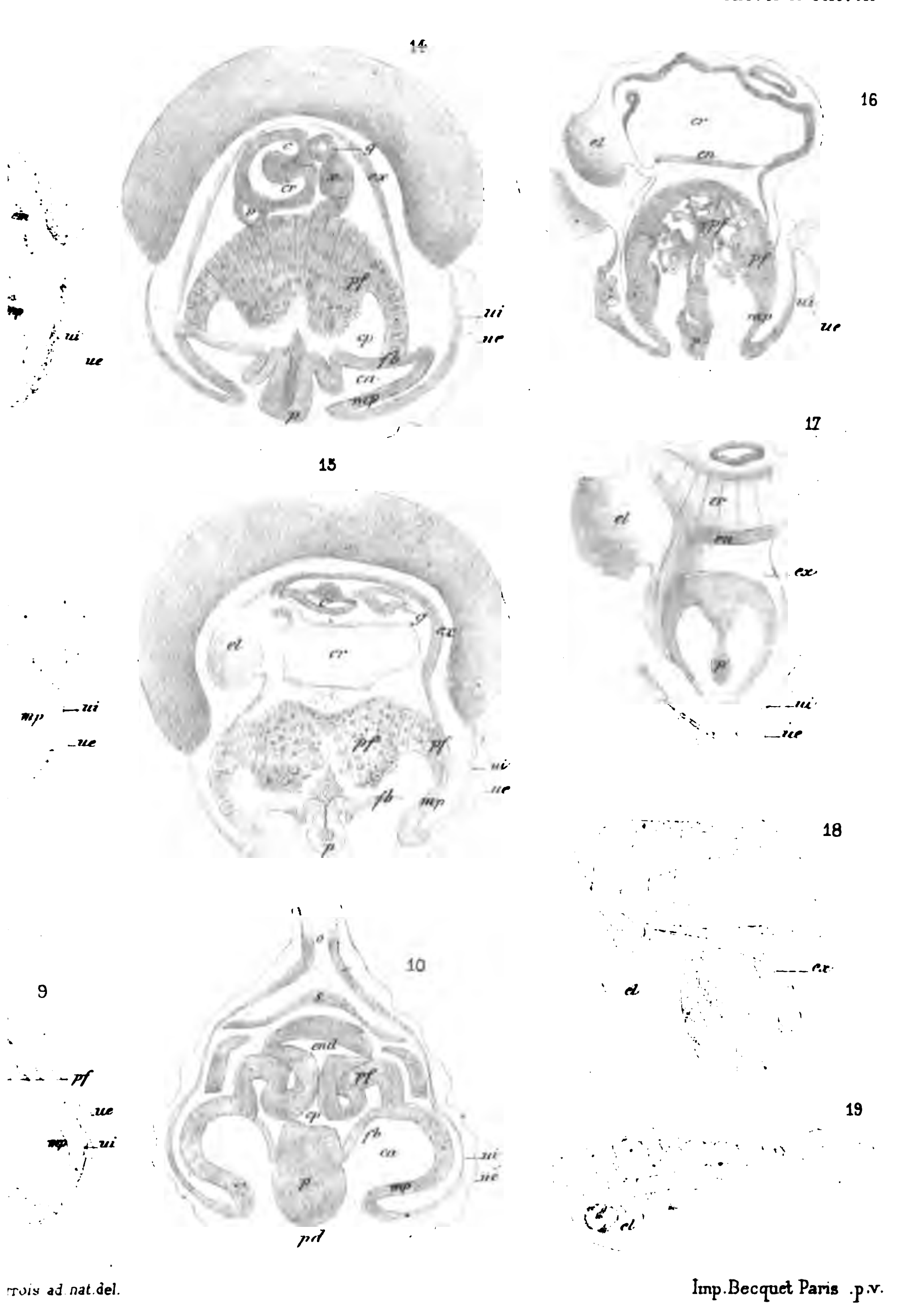
Germer-Baillière et Cie Libraires à Paris



C. Mercier lith.

Embryogé

Germer-Bailliè

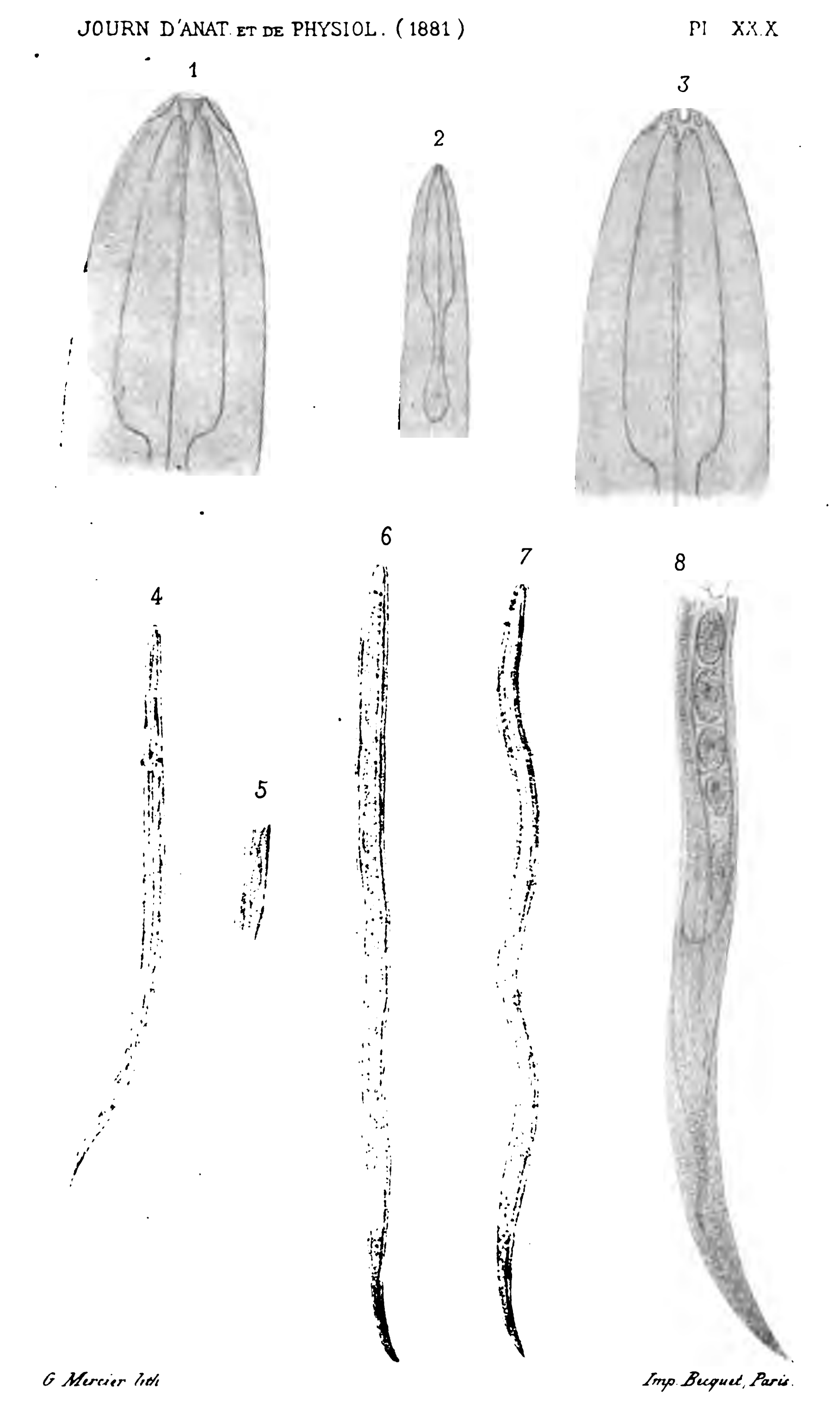


rois ad. nat. del.

Imp. Becquet Paris .p.v.

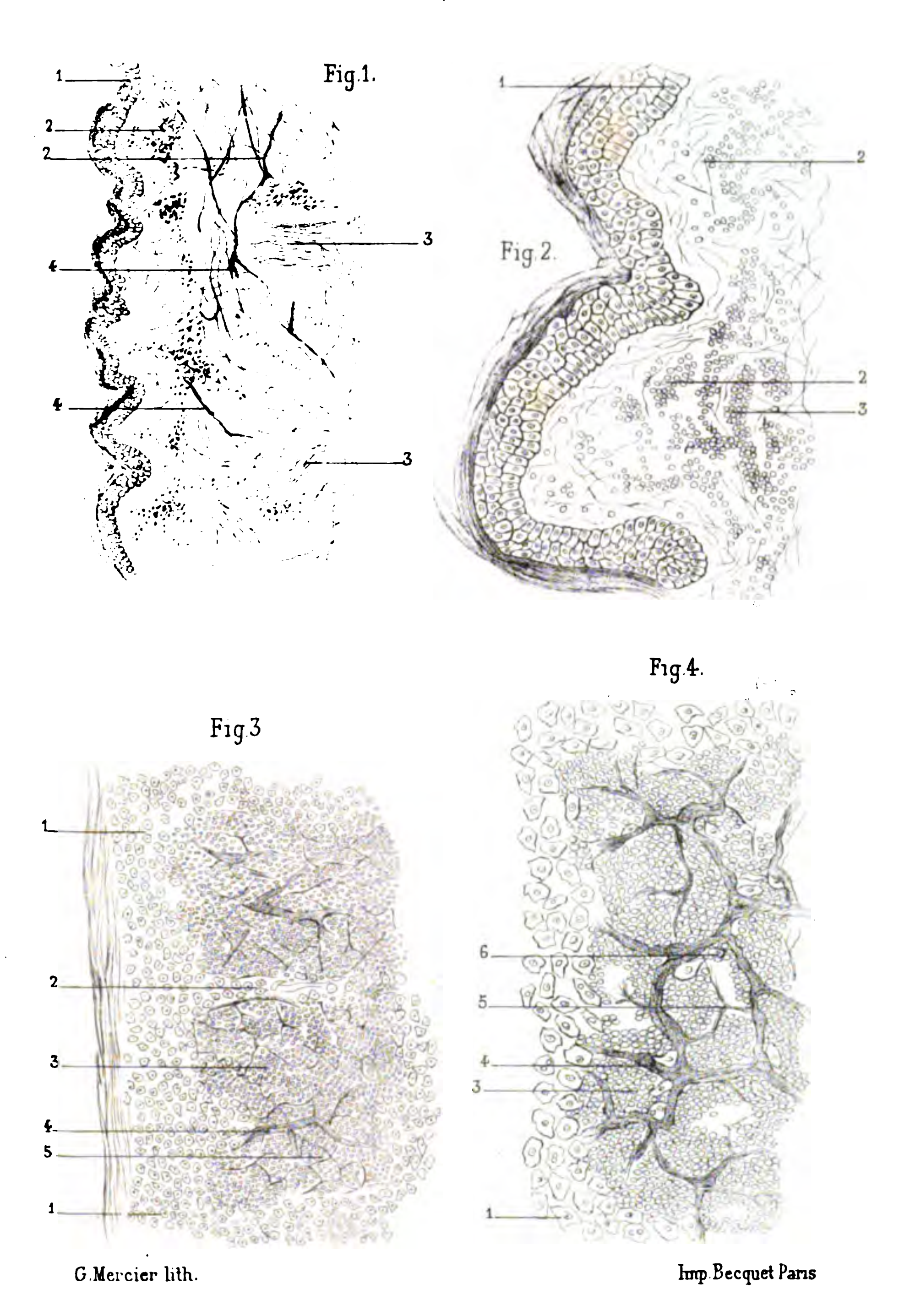
.ie des Salpes

& C.ie Libraires à Paris



Pseudo-rhabditis stercoralis.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



G. Mercier lith.

Imp. Becquet Paris

Purpura hémorrhagique

Germer-Baillière et Cie. Libraires à Paris



